

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

Petar Harapin

ZAGREB, 2008

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

## **ZAVRŠNI RAD**

Mentor:

Dr.sc. Nenad Bojčetić, docent

Komentor:

Danijel Rohde dipl. ing.

Petar Harapin

ZAGREB, 2008

**SAŽETAK**

U ovome radu je opisana izrada varijantne konstrukcije spremnika cijevi za gašenje požara. Varijantna konstrukcija navedenog dijela izrađena je sa svrhom ubrzavanja procesa konstruiranja te skraćivanja ukupnog vremena za izradu modela i tehničke dokumentacije dijelova i sklopova. Spremnik cijevi za gašenje požara nalazi se na vatrogasnom vozilu. Za izradu varijantne konstrukcije koristio se 3D CAD računalni programa Pro/ENGINEER Wildfire 3.0. Proces izrade varijantne konstrukcije spremnika cijevi podijeljen je u nekoliko koraka. Kao prvi korak, potrebno je analizirati zadani sklop kako bi se izdvojili parametri. Nakon toga potrebno je izraditi 3D modele dijelova. Prilikom izrade sklopa bilo je potrebno unaprijed misliti na pravila parametrizacije konstrukcije. Tek nakon svega slijedila je parametrizacija konstrukcije.

Tehničku dokumentaciju jedne od izvedbi spremnika, kao i svih dijelova ustupila je tvrtka Ziegler, dok su ostali podaci za izradu drugih varijanti zadani pismeno u obliku zadatka.

## SADRŽAJ

1. Uvod.....	7
2. Opis proizvoda .....	7
2.1. Tvrtka Ziegler .....	7
2.2. Vatrogasno vozilo.....	8
2.3. Spremnik cijevi za gašenje požara.....	9
3. Opis problema.....	11
3.1. Prijedlog rješenja.....	11
3.2. Opis korištenih alata.....	11
4. Analiza konstrukcije .....	12
4.1. Zahtjevi tvrtke Ziegler.....	12
4.2. Lista dijelova koje je potrebno parametrizirati .....	13
4.3. Lista dijelova koji se ponavljaju sa promjenom broja prelinaca.....	16
5. Izrada dijelova .....	17
5.1. Opis dijelova .....	18
6. Izrada sklopa.....	19
6.1. Prva faza sklapanja.....	20
6.2. Druga faza sklapanja .....	21
7. Definiranje parametara.....	23
7.1. Shema (layout).....	24
7.2. Povezivanje uvedenih parametara sa sklopom i dijelovima .....	25
7.3. Provjera rada sheme.....	27
8. Zaključak.....	28
9. Popis literature: .....	29
10. Dodatak .....	30
10.1. Tehnička dokumentacija.....	30

## POPIS SLIKA

Slika 1: Izgled unutrašnjosti vozila za kemijske akcidente gledano s boka .....	8
Slika 2: Nekoliko izvedbi navalnih vatrogasnih vozila .....	9
Slika 3: Prikaz spremnika cijevi za gašenje požara prije montaže u vozilo .....	9
Slika 4: Prikaz smještaja spremnika unutar vozila na sklopnom crtežu .....	10
Slika 5: Smještaj spremnika cijevi na stvarnom vozilu u pogonu tvrtke Ziegler .....	10
Slika 6: Nacrt i bokocrt varijante spremnika cijevi za gašenje požara sa četiri pretinca i širinom pretinca 145mm koja služi za smještanje cijevi tipa B .....	12
Slika 7: Nacrt spremnika sa naznačenim razmakom i pretincima .....	13
Slika 8: Prikaz parametarski opisanih dijelova u eksplodiranom pogledu .....	14
Slika 9: Prikaz svih dijelova na sklopu .....	19
Slika 10: Na slici je prikazana prva faza sklapanja sa označenim dijelovima .....	20
Slika 11: Prikaz druge faze sklapanja sa dodanim odstojnicima .....	21
Slika 12: Prikaz zadnjih dijelova koji se dodaju u sklop .....	22
Slika 13: Prikaz načina korištenja naredbi <b>group</b> i <b>pattern</b> .....	23
Slika 14: Uvođenje parametara pomoću naredbe <b>parameters</b> .....	24
Slika 15: Izgled sheme za unos parametara .....	25
Slika 16: Prikaz rada sa relacijama i parametrima .....	26
Slika 17: Provjera rada sheme na jednoj varijanti spremnika .....	27
Slika 18: Distancer remena 1. varijanta .....	30
Slika 19: Distancer remena 2. varijanta .....	31
Slika 20: Distancer stranica 1. varijanta .....	32
Slika 21: Distancer stranica 2. varijanta .....	33
Slika 22: Glavna šipka 1. varijanta .....	34
Slika 23: Glavna šipka 2. varijanta .....	35
Slika 24: Zadnja stranica 1. varijanta .....	36
Slika 25: Zadnja stranica 2. varijanta .....	37
Slika 26: Sklop 1. varijanta .....	38
Slika 27: Sklop 2. varijanta .....	39

## POPIS TABLICA

Tablica 1: Prikaz mogućih varijanti spremnika za gašenje požara .....	14
Tablica 2: Lista dijelova koji se parametriziraju putem relacija .....	15
Tablica 3: Prikaz dijelova koji se ponavljaju upotrebom naredbe <b>pattern tool</b> .....	16
Tablica 4: Popis svih dijelova .....	17
Tablica 5: Izrazi za parametarsko opisivanje dijelova preko relacija .....	27

Izjavljujem da sam ovaj završni rad izradio samostalno, svojim znanjem te uz pomoć navedene literature.

Zahvala:

*Zahvaljujem mentoru, docentu dr. sc. Nenadu Bojčetiću na pomoći prilikom izrade ovog rada.*

*Također se zahvaljujem i komentoru dipl. ing. Danijelu Rohdeu na savjetima.*

*Zahvaljujem se i dipl.ing Franji Ciguli iz odjela konstrukcije tvrtke Ziegler d.o.o. na ustupljenoj dokumentaciji i savjetima.*

## 1. Uvod

Prije pojave računalnih programa za izradu 3D modela i tehničke dokumentacije, te prije pojave sustava za upravljanje znanjem, uvijek je postojao problem kako ponovno iskoristiti već gotovu dokumentaciju za izradu nove, ali ipak slične konstrukcije. Ta gotova konstrukcija se od nove razlikovala u svega nekoliko detalja (dijelova, značajki, dimenzija, ...). Sljedeći logički korak je da se na neki način omogući jednostavna izrada tehničke dokumentacije nove konstrukcije bez utroška previše vremena i resursa. Cilj ovog rada je pojednostavljenje i skraćivanje procesa konstruiranja uporabom varijantne konstrukcije prilagođene ponovnoj uporabi.

U ovom radu prikazana je izrada varijantne konstrukcije spremnika cijevi za gašenje požara. Način na koji je zadan sam zadatak pokazuje da ima jako puno različitih varijantni spremnika, te je potrebno ostaviti takvu mogućnost unosa vrijednosti parametara koja će sa najmanje zahvata u potpunosti definirati konstrukciju.

Rad je podijeljen u 9 cjelina. Prvih nekoliko poglavlja bavi se općenito vatrogasnim vozilima i spremnikom cijevi za gašenje požara, nakon toga slijedi opis problema i njegova razrada. Također na kraju rada dodana je i sva potrebna dokumentacija u obliku dodatka.

## 2. Opis proizvoda

### 2.1. *Tvrtka Ziegler*

ZIEGLER d.o.o. Zagreb, domaća je firma, kćerka matične firme Albert Ziegler Giengen, Njemačka. Firma je osnovana 21.12.2000. godine, a sa redovnim radom u Republici Hrvatskoj započela je na današnjoj lokaciji 01.02.2001. godine. Firma Albert Ziegler je osnovana 1890. godine za proizvodnju vatrogasnih cijevi na pet tkalačkih strojeva, s osam zaposlenika u proizvodnji i dva u prodaji. Ta, nekad osnovna djelatnost, zadržana je i danas u moderniziranom obliku. Prva prijenosna pumpa za vodu proizvedena je 1925. godine, a prva vatrogasna nadogradnja izvedena je na šasiji Opel Blitz 1953. godine. Albert Ziegler GmbH & Co danas je najveći proizvođač vatrogasnih vozila u Njemačkoj i jedan od najvećih u svijetu. Tvornica u Giengenu prostire se na preko 80.000 m<sup>2</sup>. Oko 600 zaposlenika godišnje proizvede oko 600 vozila. U ostalim izdvojenim pogonima u Njemačkoj, Nizozemskoj, Španjolskoj, Italiji, Indoneziji i Hrvatskoj, zaposleno je još preko 400 ljudi. Firma ZIEGLER d.o.o. Zagreb bavi se projektiranjem, razvojem, izradom, održavanjem, popravcima i prodajom specijalnih vatrogasnih nadogradnji i vatrogasne opreme. Osnovni zadatak firme ZIEGLER d.o.o. Zagreb je projektiranje i proizvodnja vatrogasnih nadogradnji, namijenjenih izvozu i za hrvatsko tržište, prema važećim europskim normama i zahtjevima profesionalnih vatrogasaca uz opredjeljenje firme stalnom smanjenju i sprečavanju onečišćenja okoliša pri čemu se posebna važnost pridodaje zadovoljstvu kupaca.

## 2.2. *Vatrogasno vozilo*

Vatrogasna vozilo je vozilo koje služi kao pomoć pri borbi protiv požara. Namjena vozila je da preveze vatrogasce do mjesta požara te da im omogući pristup vodi za gašenje i drugoj opremi za suzbijanje požara. Postoji jako puno različitih tipova vatrogasnih vozila i najčešće se sklapaju po narudžbi ovisno o zemlji gdje će se koristiti, propisima u pojedinoj zemlji, terenu, vrsti požara, broju vatrogasaca koje vozilo mora prevesti, količini spremnika, dodatnoj opremi,...



Slika 1: Izgled unutrašnjosti vozila za kemijske akcidente gledano s boka

Tipovi vozila iz proizvodnog programa tvrtke Ziegler :

### Vatrogasna vozila:

Zapovjedna vozila  
 Navalna vozila  
 Autocisterne  
 Vozila s vodom i  
 pjenom  
 Vozila s vodom, pjenom  
 i prahom  
 Vozila s vodom,  
 pjenom, prahom i CO<sub>2</sub>  
 Vozila za gašenje  
 šumskih požara

Tunelska vozila  
 Vozila za tehničke  
 intervencije  
 Vozila za kemijske  
 akcidente  
 Vozila za kemijsku  
 industriju i rafinerije  
 Aerodromska  
 vatrogasna vozila  
 Specijalna vatrogasna  
 vozila  
 Ostala vatrogasna  
 vozila

### Ostala vozila:

Cisterne za vodu  
 Cisterne za gorivo  
 Aerodromske cisterne  
 za gorivo  
 Ostala vozila

### Obnovljena vozila:

Zapovjedna vozila  
 Vatrogasna vozila  
 Cisterne za gorivo





Slika 2: Nekoliko izvedbi navalnih vatrogasnih vozila

### 2.3. ***Spremnik cijevi za gašenje požara***

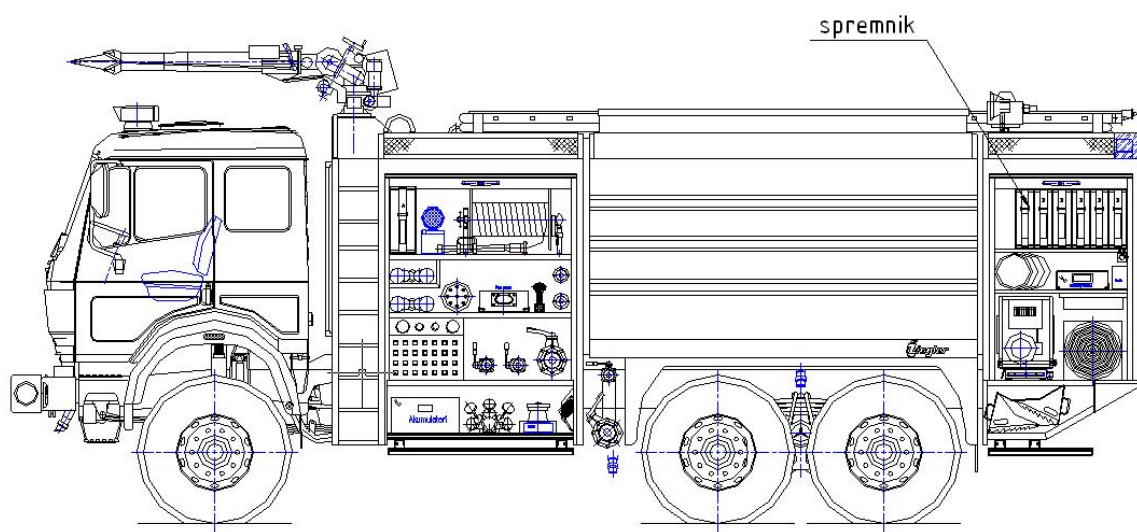
Spremnik za cijevi nalazi se na svim vozilima iz asortimana tvrtke Ziegler, kojima je glavna namjena gašenje požara. Spremnik se nalazi u posebnom odjeljku unutar vozila. Taj odjeljak je također varijantna konstrukcija kao i spremnik za gašenje požara, podvozje vozila, te spremnik za vodu. Svaka varijanta odjeljka je posebno konstruirana ovisno o opremi koja će se nalaziti u vozilu. U odjeljku se uz spremnike za cijevi još najčešće nalaze i razni priključci za cijevi, protupožarni aparati, pumpe za vodu. Isto tako odjeljak može služiti isključivo samo za smještaj spremnika vatrogasnih cijevi. Spremnik cijevi za gašenje požara služi za pohranu namotanih platnenih cijevi koje služe za gašenje požara. Spremnik je tako izveden da je cijevima olakšan pristup, te da je rukovanje istima prilikom njihovog vađenja ili pohranjivanja vrlo jednostavno.



Slika 3: Prikaz spremnika cijevi za gašenje požara prije montaže u vozilo

Spremnik za cijevi sastoji se od zavarenih ploča, koje su odijeljene na određeni broj dijelova pomoću bočnih stranica, te na taj način tvore pretince u koje se ulažu cijevi. Primjer izgleda jedne takve varijante spremnika dan je i na slici 3. Cijevi za ovakav spremnik se izrađuju u dvije varijante pa je potrebno parametizirati i dvije varijante pretinaca. Svaki pretinac se zatvara pomoću remena na čičak te se na taj način omogućava relativno brz pristup pojedinoj namotanoj sekciji cijevi.

Na sljedećim slikama su prikazane razne pozicije smještaja spremnika cijevi za gašenje požara unutar vozila. Jasno se vidi da se spremnici mogu nalaziti na bilo kojem mjestu te se također vidi i njihova varijantnost. Na slici 5. su prikazane dvije varijante spremnika na drugačijim pozicijama. Jedna varijanta ima pet, a druga sedam pretinaca.



Slika 4: Prikaz smještaja spremnika unutar vozila na sklopnom crtežu



Slika 5: Smještaj spremnika cijevi na stvarnom vozilu u pogonu tvrtke Ziegler

### 3. Opis problema

Zadatak ovog rada bio je izraditi modele spremnika za gašenje požara (dijelove i sklop), na taj način da se isti mogu ponovno iskoristiti prilikom izrade nove varijantne konstrukcije. Pod varijantnom konstrukcijom se misli na konstrukcije koje su slične odnosno da se razlikuju u nekoliko dimenzija ili značajki, koje se mogu opisati uvođenjem parametara, dok većinskim dijelom ostaju gotovo jednake.

Dostupna tehnička dokumentacija je napravljena dijelom u računalnom programu AutoCAD, dijelom u programu Pro/ENGINEER. Međutim ta dokumentacija nije ni na koji način povezana, ili bolje rečeno obrađena, da bi omogućila ponovno korištenje za varijantnu konstrukciju. To znači da je prilikom izrade dokumentacije za novu konstrukciju, potrebno iz početka crtati kompletne crteže ili u najboljem slučaju neke dijelove prekopirati iz starijih verzija crteža. Takav pristup problemu ne daje zadovoljavajuće rezultate, nego je potrebno osmisлити jednostavnije rješenje problema.

To znači da će se prilikom svake, pa i manje izmjene osnovne konstrukcije u svrhu dobivanja nove varijantne konstrukcije, morati uložiti znatan trud i resursi. To se može izbjeći tako da se primjeni metoda predložena u sljedećem odjeljku.

#### 3.1. *Prijedlog rješenja*

Jedan od prijedloga rješenja ovog problema je izrada sheme (layout) u programu Pro/ENGINEER. Drugo rješenje bilo bi korištenje programskog retka u modulu Pro/Program. U ovom radu koristio se prvi način tj. rješenje izradom sheme. Upotrebom takvog pristupa, odnosno rješenja, omogućava se višestruko brža izrada modela dijelova i sklopova, te samim time i varijanti spremnika. Izradom ovakve sheme korisnik će moći upisati vrijednosti parametara, te na taj način mijenjati pojedine varijante spremnika cijevi za gašenje požara pomoću relacija zadanih u samom programu.

#### 3.2. *Opis korištenih alata*

U programu su korištene standardne opcije za izradu dijelova i sklapanje sklopova. Također su korištene i naredbe **relations** i **parameters** koje su, u biti, osnova same varijantne konstrukcije i parametarskog zadavanja dimenzija. Modul **layout** je iskorišten za međusobno povezivanje parametara sa svim dijelovima i sklopom, te kao sučelje za unos potrebnih parametara.

Korišteni moduli programske aplikacije Pro/ENGINEER :

- konstruiranje dijelova (**part design**)
- konstruiranje sklopova (**assembly design**)
- shema (**layout**)
- izrada tehničkih crteža (**drawing**)

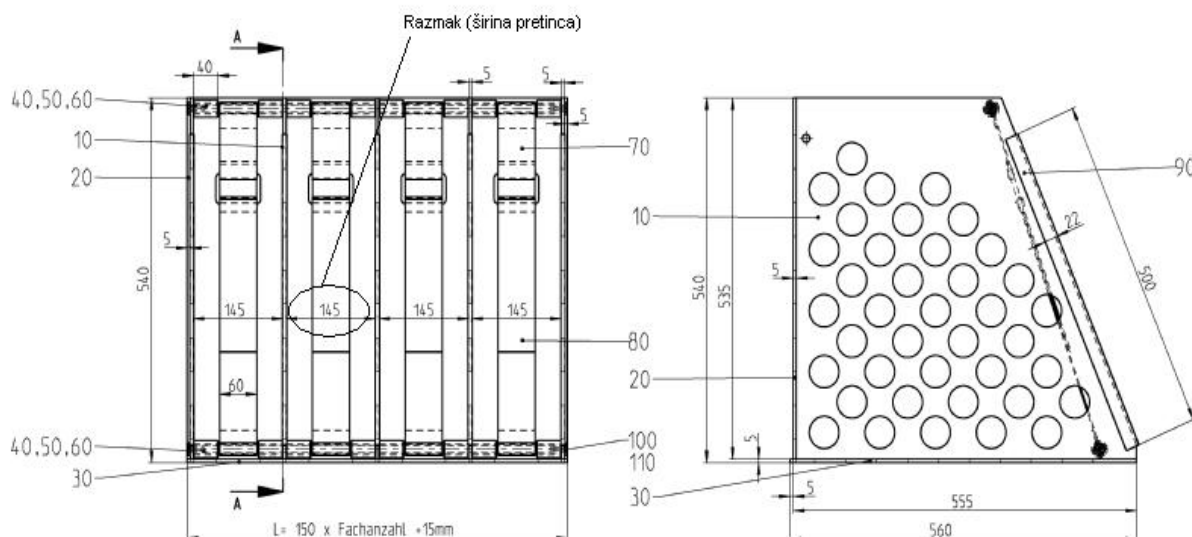
## 4. Analiza konstrukcije

Prije početka rada s parametrima i relacijama bilo je potrebno analizirati konstrukciju da bi se saznalo koliko je potrebno parametara za potpuno definiranje varijantne konstrukcije. Isto tako analiza služi da bi se saznalo kakva je međuovisnost pojedinih dijelova. No prije svega potrebno je navesti zahtjeve koje je dala tvrtka Ziegler.

### 4.1. Zahtjevi tvrtke Ziegler

- Širine pretinaca napraviti u dvije izvedbe. Širina pretinca na jednoj izvedbi prikazana je na slici 4. Obje izvedbe će poslužiti za smještaj drugog tipa cijevi koje su izrađene u dvije izvedbe (cijev B i cijev C). Navedene su širine pretinaca za tip cijevi B i C:

- 145 mm za platnenu cijev B
- 105 mm za platnenu cijev C



Slika 6: Nacrt i bokocrt varijante spremnika cijevi za gašenje požara sa četiri pretinca i širinom pretinca 145mm koja služi za smještanje cijevi tipa B

- Mora postojati mogućnost izrade spremnika s više pretinaca za pohranu većeg broja cijevi. Tvrtka je navela kombinacije spremnika cijevi za gašenje požara koji se sastoji od 1 do 14 pretinaca. Lista svih mogućih kombinacija koje se mogu pojaviti biti će navedena kasnije.
- Nadalje zadane su fiksne dimenzije varijanti remena, koje su opisane internim oznakama same tvrtke, ovi remeni su prikazani u dodatku na kraju rada:

Duljina remena 213221 (forma J) L=660 mm

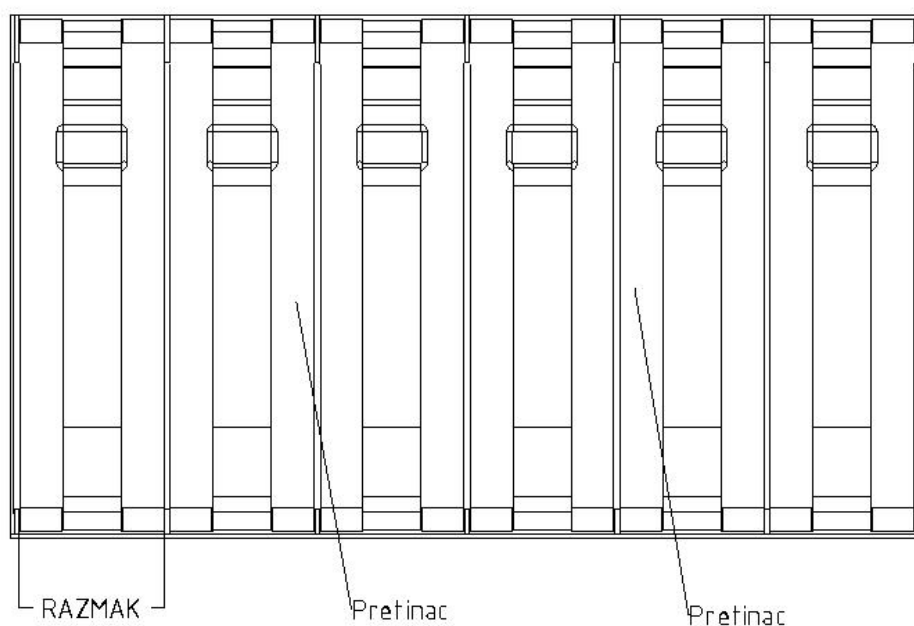
Duljina remena 213218 (forma U) L=120 mm

- Sve dijelove sklopa koji su ovisni o određenoj izvedbi spremnika, potrebno je opisati pomoću relacija te im na taj način omogućiti automatsku promjenu dimenzija prilikom izmjene parametara. Ti dijelovi opisani su u poglavlju koje slijedi

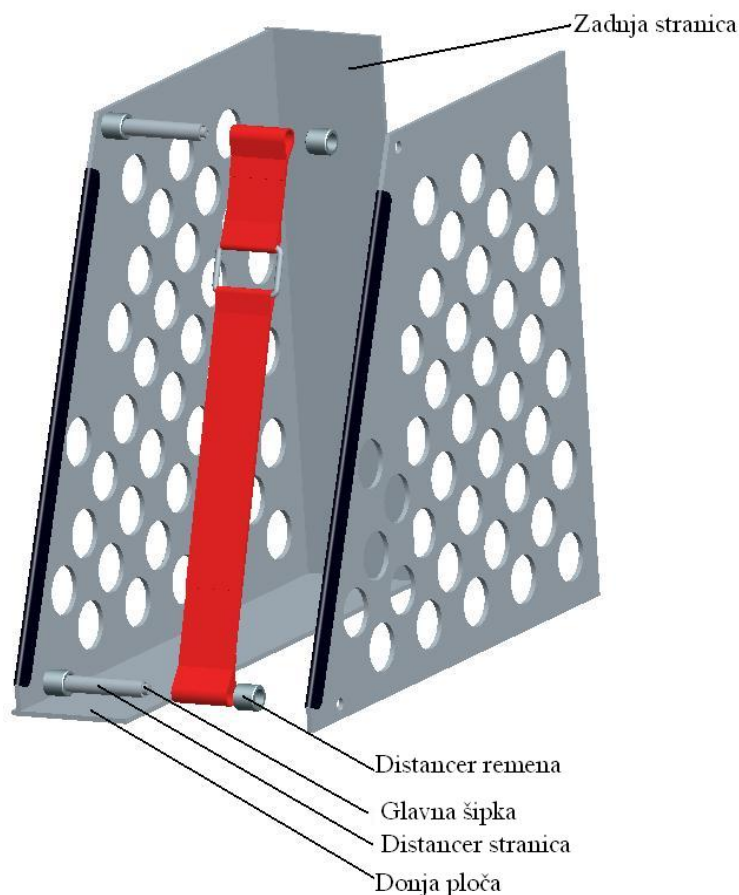
Detaljnijom analizom navedenih zahtjeva tvrtke i tehničke dokumentacije došlo se do nekih zaključaka. Bilo je potrebno napraviti sučelje koje će služiti za unos parametara, a rješenje se nalazi u izradi sheme (**layout-a**). Također u ovom trenutku bilo je potrebno i odrediti slijed modeliranja dijelova te način njihovog sklapanja s naglaskom na kasniju upotrebu u parametarskom zadavanju dimenzija. Iz tvrtkinih zahtjeva vidi se da je tvrtka zahtjevala spremnik sa brojem pretinaca od 1 do 14, te da postoje dvije vrijednosti razmaka između pretinaca. Međutim izradom ovog rada odlučilo se za ostavljanje mogućnost unošenja bilo koje druge vrijednosti parametara, pošto bi možda moglo biti važno kasnije prilikom razvoja nekog drugog tipa spremnika. Na osnovu prikazane analize spremnika cijevi određeni su dijelovi koje je potrebno parametrizirati. Uz te dijelove, postoje i dijelovi koji se ponavljaju ovisno o promjeni broja pretinaca, ti dijelovi će se također navesti. Ti dijelovi će se kasnije grupirati, te će se koristiti naredba šablona (**pattern tool**), kako bi se cijela grupa mogla umnožiti. Obje navedene skupine dijelova prikazane su u sljedeća dva odjeljka.

#### 4.2. ***Lista dijelova koje je potrebno parametrizirati***

U ovom odjeljku će se analizirati svi dijelovi koji se parametarski opisuju te će se prikazati parametri. Dijelovi koji se parametriziraju su prikazani na slici 8. u eksplodiranom pogledu varijante sklopa spremnika cijevi sa jednim pretincem. Dimenzije ovdje prikazanih dijelova se mijenjaju ovisno o razmaku između bočnih stranica odnosno o širini pretinca. Uz to dimenzije se mijenjaju i u ovisnosti o broju pretinaca koje sadržava spremnik cijevi za gašenje požara. Razmak i pretinci prikazani su na slici 7.



Slika 7: Nacrt spremnika sa naznačenim razmakom i pretincima



Slika 8: Prikaz parametarski opisanih dijelova u eksplodiranom pogledu

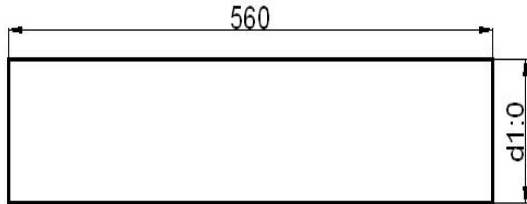
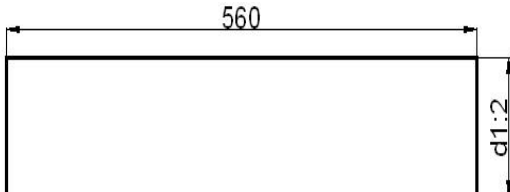
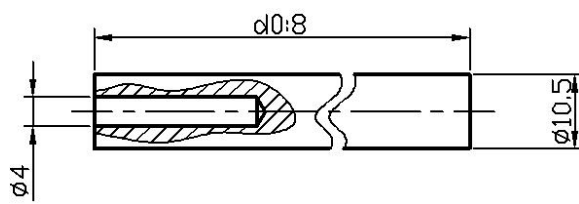
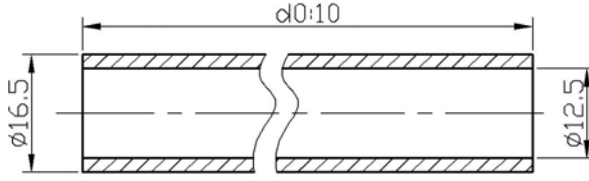
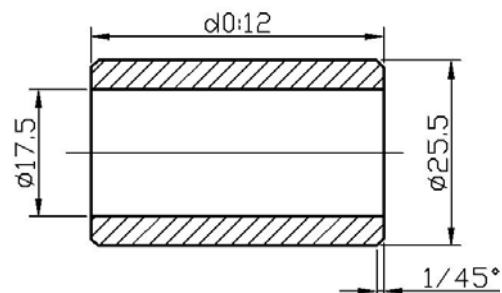
U tablici 1. prikazane su sve varijante spremnika koje se mogu dobiti unošenjem parametara za razmak te broj pretinaca. Iz tablice se vidi da je moguće dobiti ukupno 28 različitih varijanti spremnika cijevi za gašenje požara.

Tablica 1: Prikaz mogućih varijanti spremnika za gašenje požara

Širina pretinca (razmak)		Broj pretinaca
145 mm za platnenu cijev B	105 mm za platnenu cijev C	1
		2
		3
		4
		5
		6
		7
		8
		9
		10
		11
		12
		13
		14



Tablica 2: Lista dijelova koji se parametriziraju putem relacija

Naziv	Opis	Slika	Parametri
Donja ploča	Smještena na dnu donja ploča služi kao dio kućišta spremnika		Parametar je dimenzija d1:0, debljina ploče je 5mm
Zadnja stranica	Dio zavarene konstrukcije kućišta kao i donja ploča		Parametar je dimenzija d1:2, debljina je jednaka 5mm
Glavna šipka	Služi za povezivanje stranica pretinaca te također ukružuje kućište, isto tako na sebi nosi i odstoynike		Parametar je duljina šipke d0:8
Odstojnik stranica	Glavna namjena je držanje konstantnog razmaka među bočnim stranicama		Parametar je duljina odstoynika d0:10
Odstojnik remena	Ovi odstoynici drže konstantan razmak između remenja bočnih stranica		Parametar je duljina odstoynika d0:12

## Parametri

U tablici 2. navedeni su dijelovi koji se parametarski opisuju jednadžbama. U zadnjem stupcu pod nazivom „parametri“, navedene su oznake koje program koristi da bi prepoznao pojedine kote, a te oznake kasnije su iskorištene za parametriziranje preko relacija.

Slijedi opis pojedinih parametara:

Parametar d1:0 je parametar donje ploče i predstavlja njenu duljinu u smjeru protezanja pretinaca

Parametar d1:2 je parametar zadnje stranice i predstavlja njenu duljinu u smjeru protezanja pretinaca

Parametar d0:8 je parametar glavne šipke te predstavlja njenu duljinu u smjeru protezanja pretinaca

Parametar d0:10 je parametar odstoynika stranica te predstavlja njegovu duljinu u smjeru protezanja pretinaca

Parametar d0:12 je parametar odstoynika remena te predstavlja njegovu duljinu u smjeru protezanja pretinaca

### 4.3. *Lista dijelova koji se ponavljaju sa promjenom broja pretinaca*

Tablica 3: Prikaz dijelova koji se ponavljaju upotrebom naredbe **pattern tool**

Naziv	Opis	Količina dijelova koji se ponavljaju za pojedini pretinac
Odstojnik stranica	Osnovna namjena je držanje konstantnog razmaka među bočnim stranicama, a služi i za nošenje odstoynika remenja	2
Odstojnik remena	Osnovna namjena je držanje konstantnog razmaka među bočnim stranicama, a služi i za nošenje odstoynika remenja	4
Sklop remena	Sklop remena sastoji se od tri dijela( dva komada remena i kopče koja ih povezuje) ,te ima namjenu osiguranja cijevi unutar pojedinog pretinca	1
Bočna stranica	Bočna stranica služi kao graničnik pretinaca, odnosno odjeljuje pretince	1
Zaštita bridova	Služi kao zaštita prilikom rukovanja spremnikom	1

Nakon provedene analize i određivanja dijelova koji se ponavljaju u svim varijantama sklopa spremnika cijevi za gašenje požara, napravljeni su 3D računalni modeli dijelova, podsklopovi i sklopovi spremnika cijevi za gašenje požara. Nakon toga bilo je potrebno razmisliti koji će se matematički izrazi koristiti za parametarsko opisivanje dijelova, ali više o tome u nekoliko sljedećih odlomaka.



## 5. Izrada dijelova

U ovom poglavlju opisati će se na što je sve trebalo obratiti pažnju prilikom izrade dijelova, pošto modeliranje ovakvih dijelova spada u same osnove rada u računalnom programu Pro/ENGINEER. U prethodnom odjeljku već su prikazani neki od dijelova koji se koriste za izradu sklopa, ovdje će se dati popis svih modeliranih dijelova.

Prilikom modeliranja dijelova bilo je potrebno paziti na sljedeće:

- U prvom redu potrebno je paziti na reference, obzirom da one ovise o tome kako će se kasnije mijenjati dimenzije prilikom izmjene vrijednosti pojedinih parametara
- Svi modeli bili su izrađeni za jedan tip spremnika tako da se lakše može izraditi sklop, parametarsko opisivanje dimenzija izvršit će se naknadno. Konkretno svi modeli su rađeni za tip spremnika sa jednim pretincem i razmakom 105mm.
- Nakon što su izrađeni svi dijelovi potrebno je izraditi sklop za navedenu izvedbu spremnika, odnosno spremnik sa jednim pretincem i razmakom 105mm. Nakon što se izradi sklop slijedi parametarsko opisivanje dimenzija, značajki i broja dijelova.

Tablica 4: Popis svih dijelova

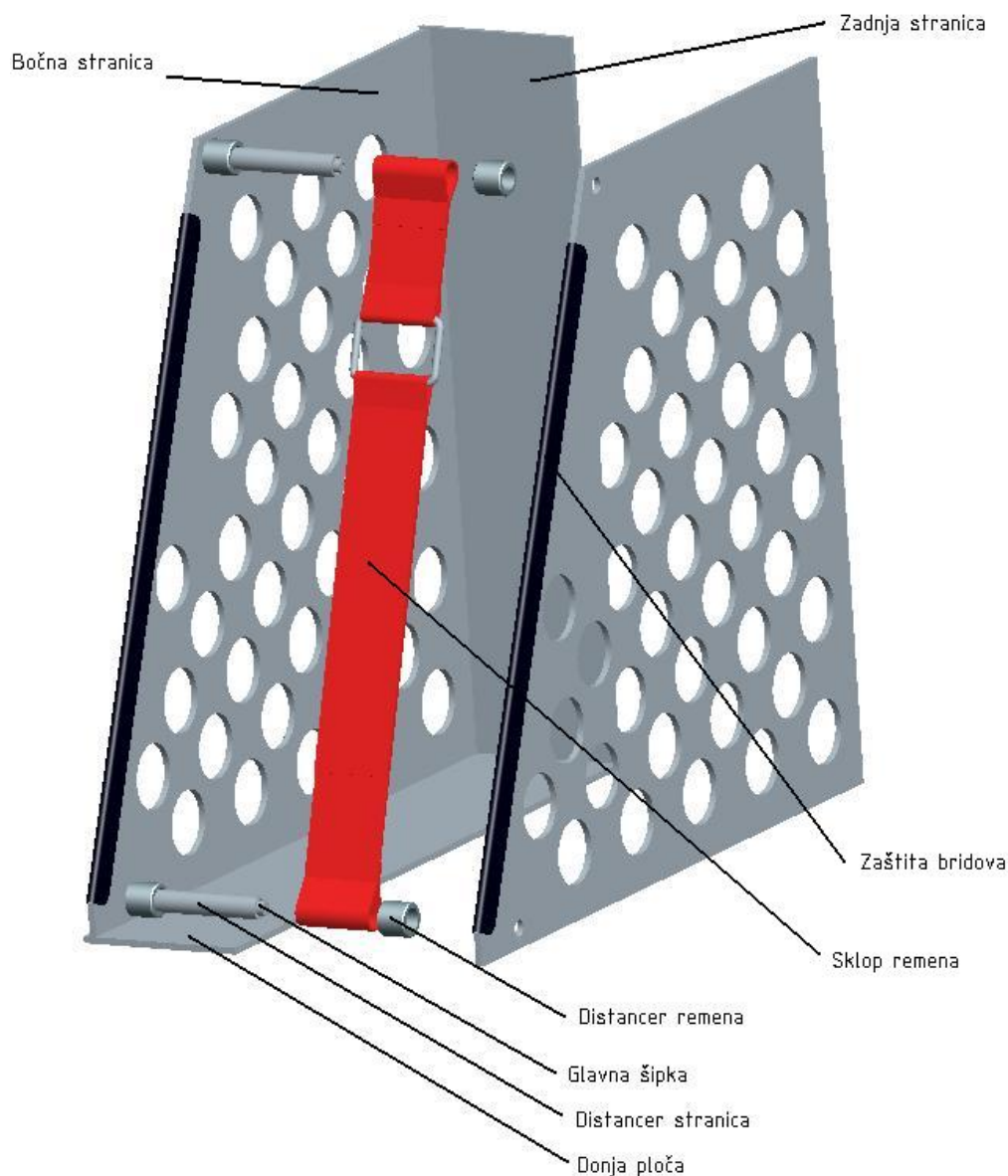
<b>Popis dijelova</b>
Donja ploča
Zadnja stranica
Bočna stranica
Zaštita bridova
Glavna šipka
Sklop remena : Remen forma U
Sklop remena : Remen forma J
Sklop remena : Karika
Distancer stranica
Distancer remena

U tablici 4. navedeni su svi dijelovi koje su izrađeni da bi se mogao sklopiti sklop, opis navedenih dijelova nalazi se u sljedećem odlomku, isto tako tehnička dokumentacija ovih dijelova nalazi se na kraju rada u dodatku.

## 5.1. Opis dijelova

U ovom odlomku dat će se kratak opis svih dijelova koji su modelirani računalnim programom Pro/ENGINEER, navest će se korištene funkcije. Također će se pokazati svi dijelovi na jednom sklopu (slika 7).

- Donja ploča služi kao stranica kućišta te kao dio koji se učvršćuje na vozilo. Zavaruje se zajedno sa druge dvije stranice (bočna i zadnja). Donja ploča izrađena je od lima debljine 5mm. Njena duljina ovisna je o izabranoj varijanti spremnika.
- Zadnja stranica je isto tako dio kućišta, te se zavaruje za druge dvije limene ploče, također je izrađena od lima debljine 5mm. Duljina je također ovisna o varijanti, te je jednaka onoj donje ploče.
- Bočna stranica služi i kao ukruta za kućište i kao dio za odvajanje pretinaca. Zavaruje se na prethodno nabrojane ploče, izrađena je od lima debljine 5mm. Bočnu stranicu nije potrebno parametarski opisivati, pošto je jednaka za bilo koju izvedbu spremnika cijevi za gašenje požara.
- Zaštita bridova postavlja se na bočnu stranicu kako bi zaštitila vatrogasce prilikom rukovanja samim spremnikom cijevi, bilo prilikom vađenja cijevi ili prilikom njihovog pohranjivanja u spremnik. Načinjena je savijanjem 1mm debelog lima.
- Glavna šipka povezuje sve pretince u cjelinu, te služi i kao nosač odstoynika, po dvije ovakve šipke nalaze se na spremniku neovisno o izvedbi, iako je njihova duljina ovisna o varijanti spremnika. Šipka prolazi kroz provrte na bočnim stranicama. Načinjena je iz šipkastog poluproizvoda od poli-etilena.
- Sklop remena ili samo remen načinjen je od tri dijela, i to od dvije trake spojene metalnom karikom, na jednoj traci nalazi se čičak pomoću kojeg se osiguravaju pretinci nakon što je u njih pohranjena cijev. Po jedan ovakav remen nalazi se u svakom pretincu.
- Distancer stranica ili odstoynik stranica služi kako bi se osigurao konstantan razmak između bočnih stranica te tako održala ista širina pretinca. Logično je zaključiti da će duljina ovog dijela ovisiti upravo o odabranom razmaku, točnije duljina će biti upravo jednaka razmaku. Dio je izrađen iz šupljeg šipkastog poluproizvoda od poli-etilena koji se ulaže na glavnu šipku. Na ovaj dio se naknadno stavljaju distanceri remena te sklop remena.
- Distancer remena služi kako bi držao konstantan razmak između bočnih stranica pretinca i remena. Na ovaj način se postiže da je remen uvijek jednako centriran unutar svog pretinca. Načinje je iz šipkastog poluproizvoda od poli-etilena.



Slika 9: Prikaz svih dijelova na sklopu

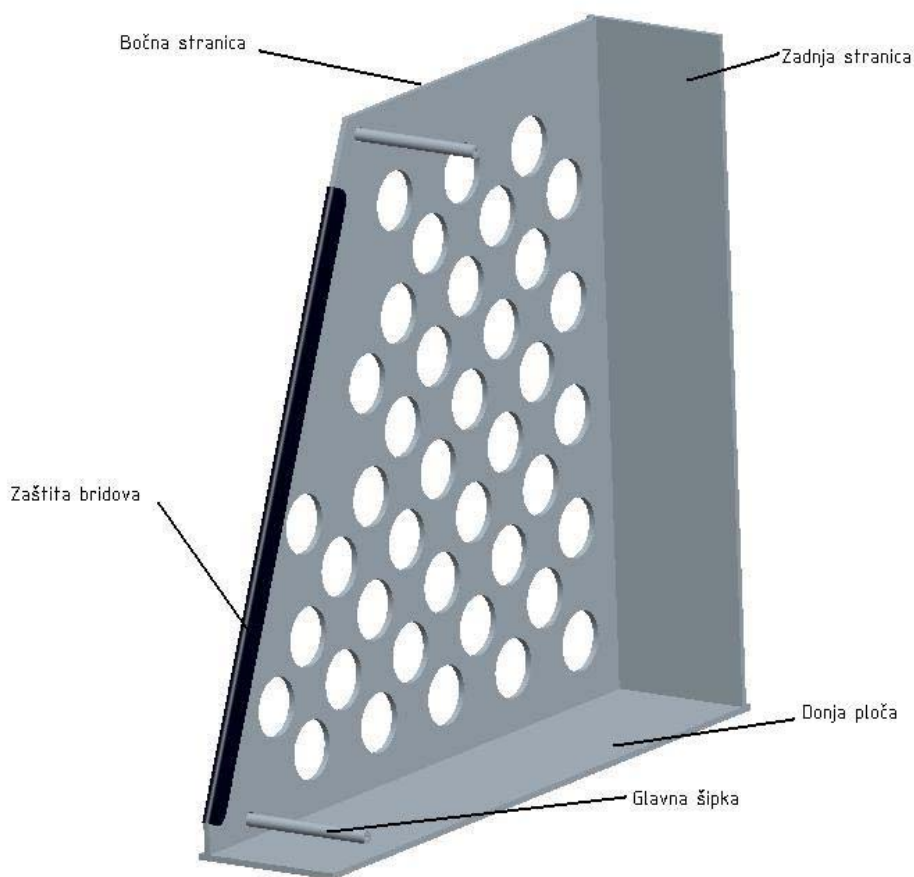
## 6. Izrada sklopa

Sklapanje je bilo potrebno izvesti tako da se vodi računa o naknadnom parametarskom opisivanju dimenzija i značajki. To znači da je potrebno pravilno sklopiti sklop kako prilikom unosa podataka za neku drugu varijantu ne bi došlo do grešaka. Prvenstveno se misli na odabir prave površine ili ravnine prilikom dodavanja dijelova u sklop i njihovog međusobnog povezivanja. U slučaju nepravilnog odabira, može se dogoditi da se na primjer, glavna šipka prilikom izmjene ulaznih parametara počne produljivati u krivu stranu. Također je bitan i redoslijed sklapanja, jer nam je za naredbu grupiranje (**group**) bitno da svi dijelovi u istoj grupi budu dodavani za redom. Ukoliko to ne bi bilo tako, izgubile bi se neke reference koje su kasnije bitne prilikom upotrebe naredbe **pattern**. U nekoliko slijedećih slika pokušat će se prikazati redoslijed sklapanja sklopa po fazama.

### 6.1. Prva faza sklapanja

U prvoj fazi sklapanja potrebno je sklopiti dijelove navedene i prikazane na slici 8. tako da se prvo sklope zadnja stranica, donja ploča i bočna stranica. Također potrebno je sa vanjske strane kućišta ostaviti 5mm dulju zadnju stranicu i donju ploču kao dodatak za zavarivanje. Nakon toga dodaju se glavna šipka i zaštita rubova prema dimenzijama zadanim u tehničkoj dokumentaciji.

Korištene su naredbe dodaj dio (**add component**) unutar funkcije **assembly design**, te naredba smještaj (**placement**).

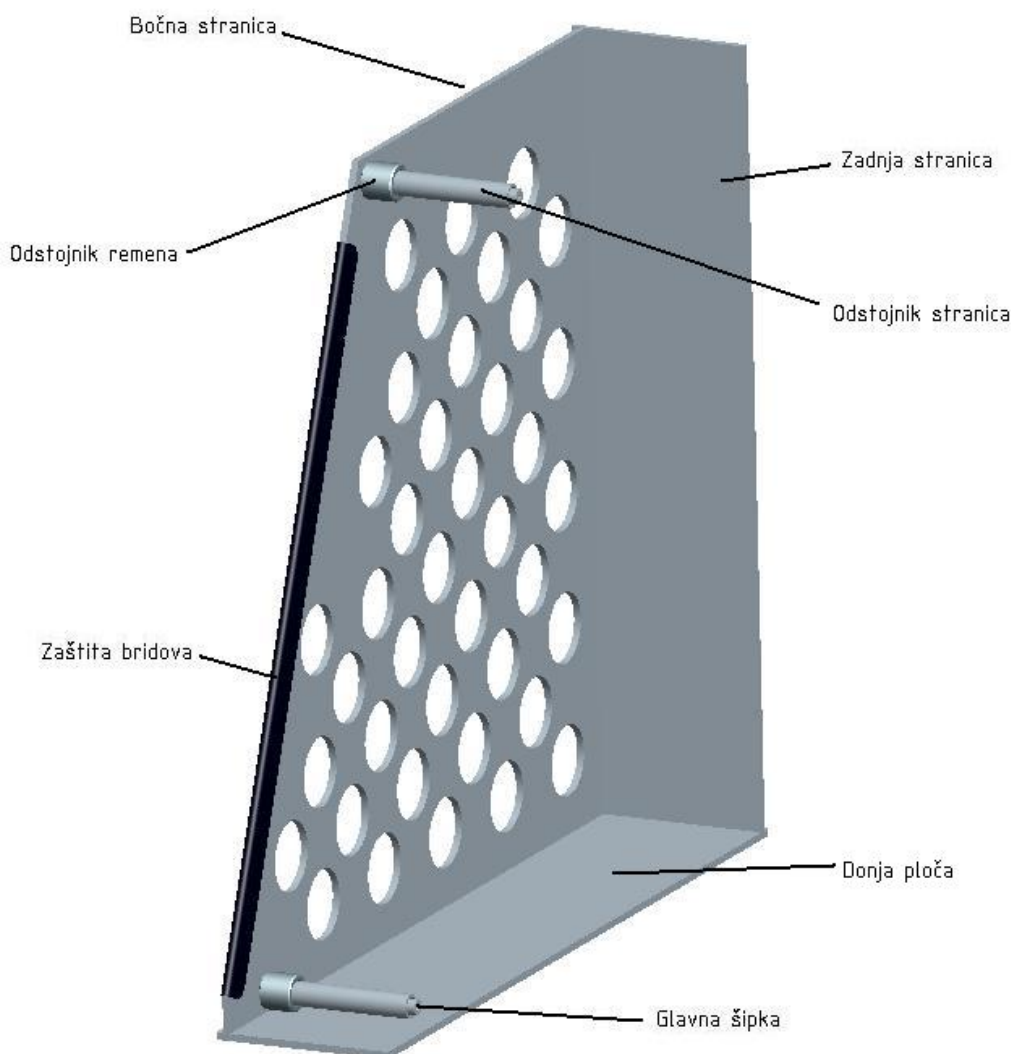


Slika 10: Na slici je prikazana prva faza sklapanja sa označenim dijelovima

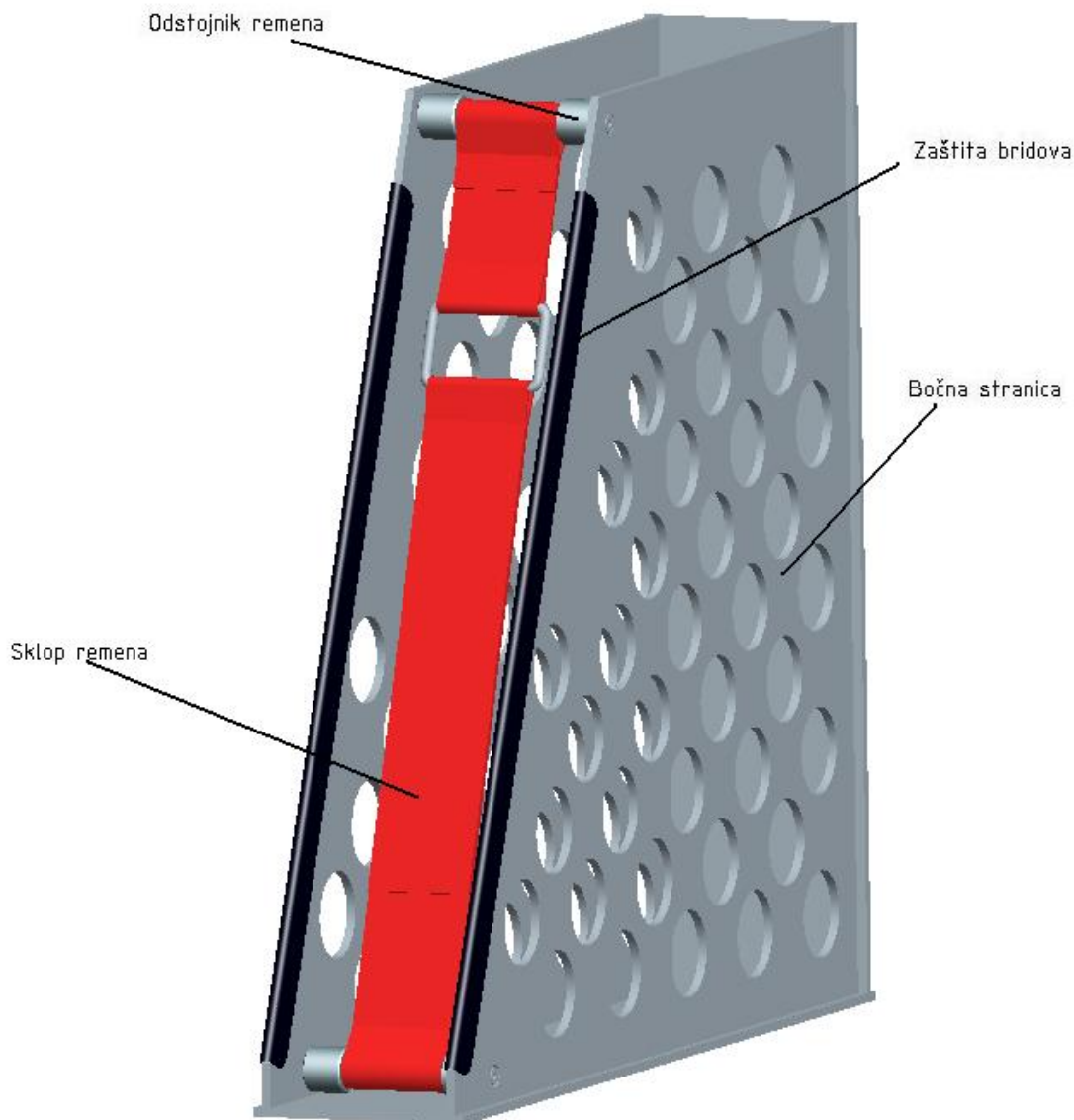
## 6.2. Druga faza sklapanja

Sljedeća faza pokazuje sklapanje dijelova koji će se umnožavati naredbom **pattern**. Postoje četiri načina izrade **pattern**-a, preko dimenzija (**dimension**), preko smjera (**direction**), pomoću osi (**axis**) te pomoću ispune (**fill**). Potrebno je paziti na način sklapanja kako ne bi došlo do raspadanja dijelova prilikom „regeneracije“ radnog prostora, ili potpunog izostanka nekih dijelova prilikom izmjene parametara. Dijelovi za umnožavanje će se grupirati te umnožiti. Druga faza prikazana je na slikama 9. i 10.

Koriste se naredbe: **add component**, **group** i **pattern**.

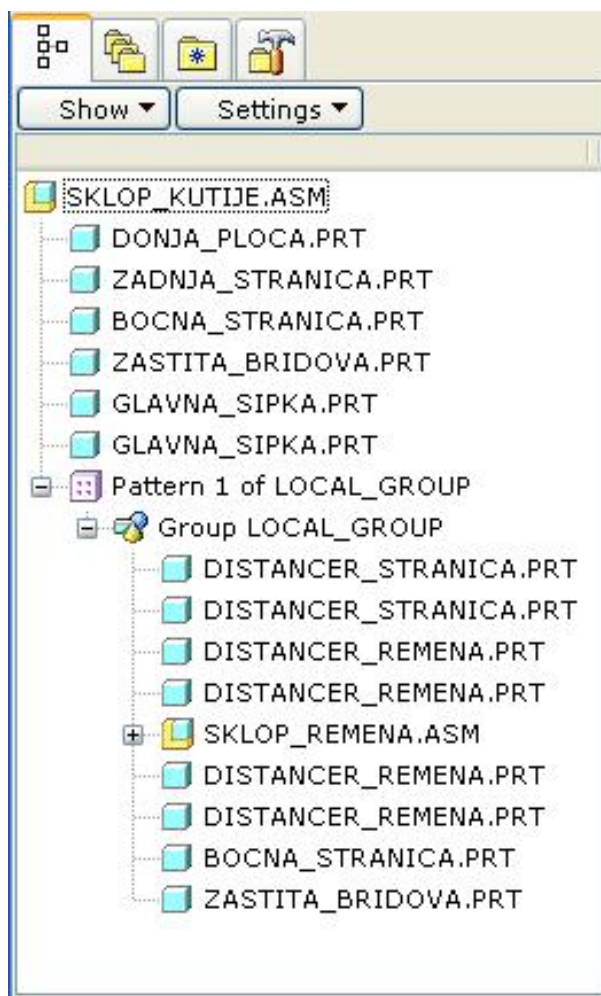


Slika 11: Prikaz druge faze sklapanja sa dodanim odstoynicima



Slika 12: Prikaz zadnjih dijelova koji se dodaju u sklop

Na slici 10. prikazani su svi dijelovi koji se grupiraju naredbom group. Na slici pod rednim brojem 11. prikazan je lijevi dio radnog prostora u programu Pro/ENGINEER na kojem se nalazi stablo modela sa svim dijelovima, ovdje se također vidi i na koji način je iskorištena naredba **pattern**. Prilikom korištenja naredbe **pattern**, moguće je izabrati tri različite postavke. Prva je tip naredbe **pattern** već opisane na početku odlomka. Druga je količina umnožavanja odnosno koliko će se istovjetnih uzoraka umnožiti. Treća je dimenzija ili dimenzije za koje će biti udaljen uzorak umnožavanja jedan od drugog. U slučaju spremnika odabran je tip umnožavanja **direction**, količina umnožavanja 1, a za dimenziju je odabrana vrijednost 105mm.

Slika 13: Prikaz načina korištenja naredbi **group** i **pattern**

## 7. Definiranje parametara

U ovom odlomku objašnjen je postupak parametrizacije i način na koji se pojedini dijelovi mijenjaju. Da bismo mogli koristiti parametarski definiranu konstrukciju, te parametarski definirane dimenzije, za početak je bilo potrebno uvesti parametre. Parametar može biti neka značajka, operacija, dio, komponenta, sklop, dimenzija, naredba... Da bi se u opisala varijantna konstrukcija spremnika potrebno je uvesti dva nova parametra.

Ti parametri su:

- razmak pretinca
- broj pretinaca

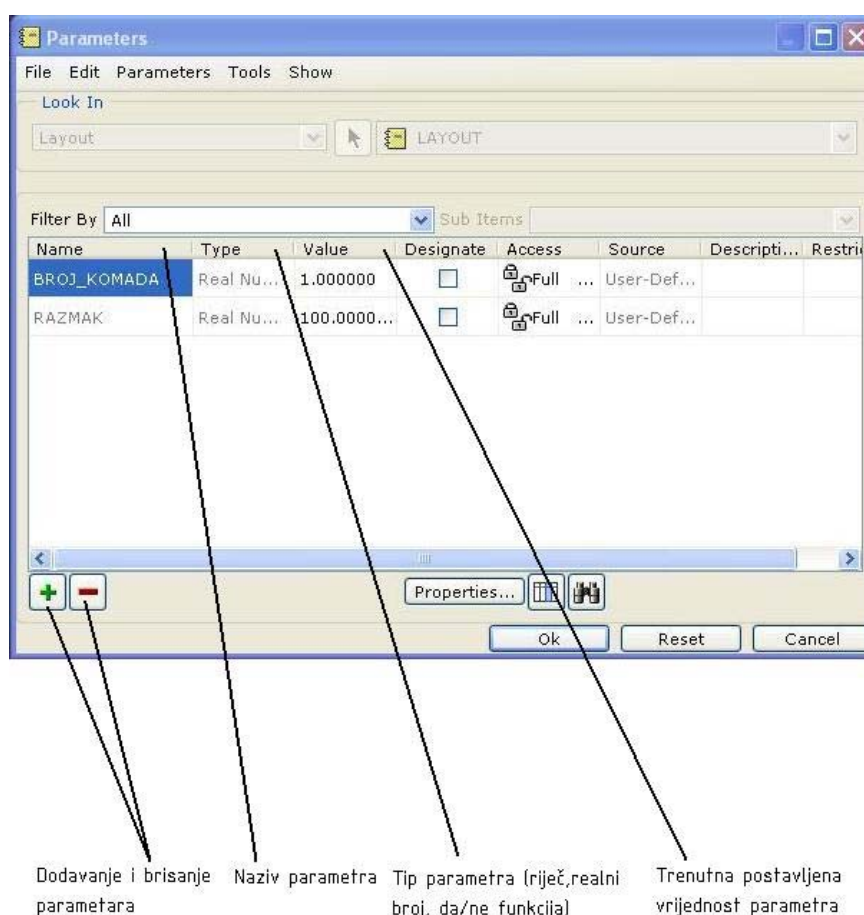
Ovi parametri se nalaze u podizborniku naredbe **pattern** koju smo primijenili na grupu elemenata prikazanu u prethodnoj cjelini. Uvođenje parametara napraviti ćemo u shemi, te će biti potrebna naredba **parameters**.



## 7.1. Shema (layout)

Za zadavanje parametara koristila shema koja je kasnije povezana sa sklopom i svim dijelovima koje je bilo potrebno parametrizirati (prikazanih u tablici 2.)

Schema će se koristiti kao sučelje za unos vrijednosti parametara. Najprije je bilo potrebno uvesti parametre naredbom **parameters**. Na slici 12. može se vidjeti kako izgleda prozor **parameters** sa uvedenim parametrima RAZMAK i BROJ\_KOMADA. Također su opisane i funkcije koje su se koristile. Parametri se dodaju pritiskom na znak „+“ u donjem lijevom uglu prozora. Nakon što su uvedeni parametri možemo ih dodavati kao relacije drugim dijelovima i sklopu. Za tip parametra (**type**), odabrana je vrijednost realni broj (**real number**), pošto se za unos parametara koriste realni brojevi sa vrijednostima u milimetrima.



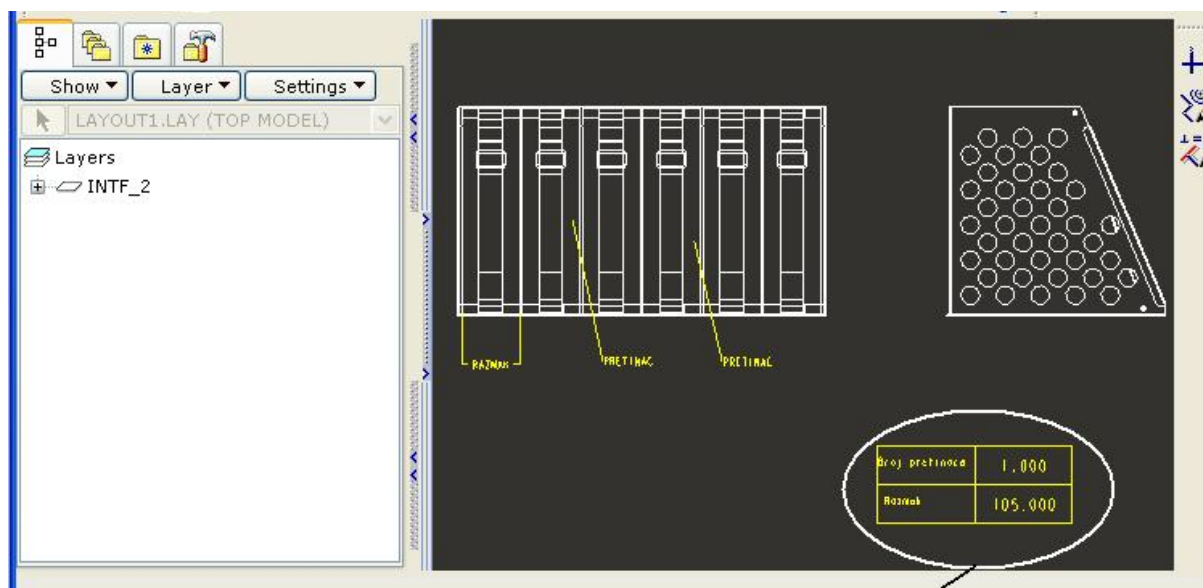
Slika 14: Uvođenje parametara pomoću naredbe **parameters**

Nakon unosa parametara bilo je potrebno izraditi sučelje za unos vrijednosti parametara. Za to je poslužila tablica koja se sastoji od 2 retka i 2 stupca u koju će se unositi vrijednosti pojedinih parametara. U prvi stupac upisani se neki lako prepoznatljivi nazivi koji nam govore o kojem se parametru radi (konkretno, „Broj pretinaca“ i „Razmak“). U drugi stupac upisano je stvarno ime parametra koje je odabrano na početku odjeljka kad se koristila naredba **parameters**, s time da je ispred imena potrebno staviti znak „&“ Izgled sheme prikazan je na slici 15.



Kada unesemo „&RAZMAK“ i „&BROJ\_KOMADA“, nazivi će se automatski promijeniti u brojčane vrijednosti, te je od ovog trenutka omogućeno unošenje parametara. Uneseni parametri RAZMAK i BROJ\_KOMADA predstavljaju razmak između pretinaca u milimetrima, te broj ponavljajućih pretinaca. Ti parametri su prikazani na slici 14.

Korištene naredbe: izrada tablice (**table**), parametri (**parameters**)



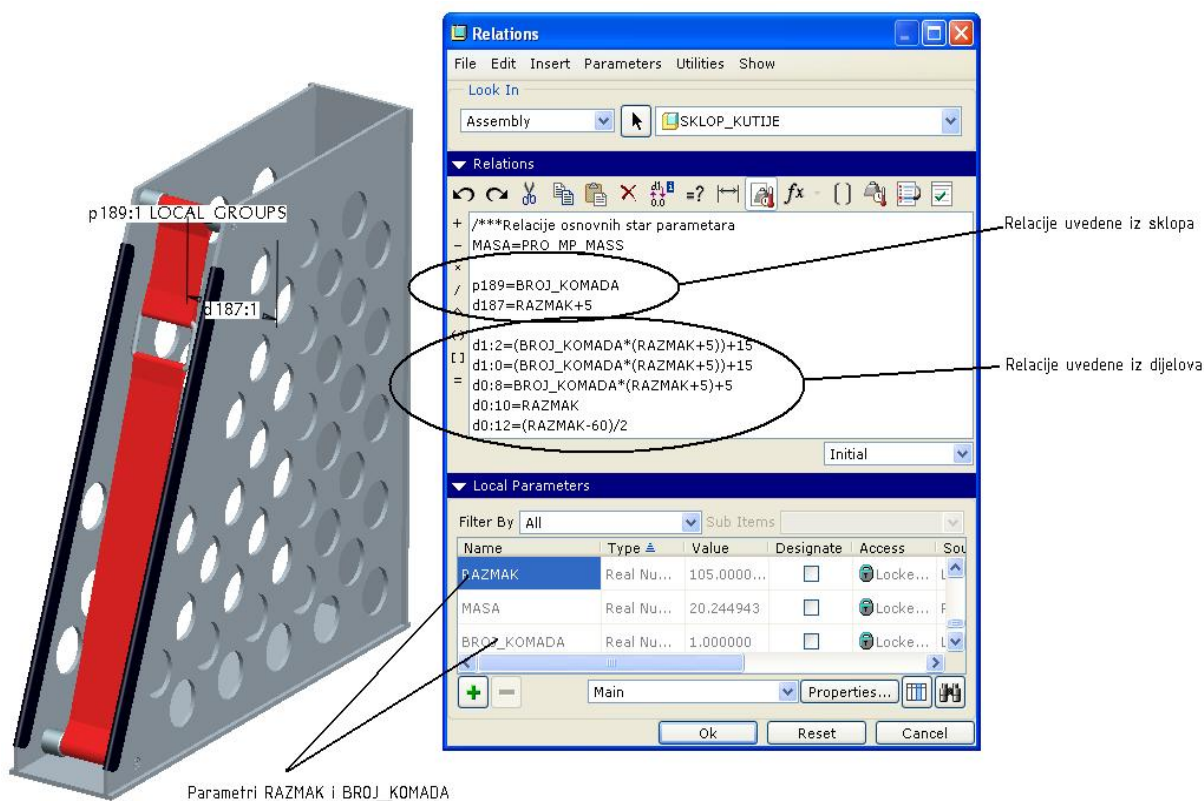
Tablica u koju se unose parametri

Slika 15: Izgled sheme za unos parametara

Ovime je završen rad u shemi, koja će nam služiti kao međuveza između dijelova, sklopa te parametara koje smo u ovom odjeljku opisali. Također se parametrizacija mogla napraviti i na neki drugi način na primjer modulom Pro/Program, međutim ovaj način je jednostavniji za korištenje krajnjem korisniku.

## 7.2. Povezivanje uvedenih parametara sa sklopom i dijelovima

Nakon što su uvedeni parametri u shemi potrebno ih je povezati sa svim dijelovima kojima se mijenjaju dimenzije i sa sklopom. Povezivanje će se napraviti pomoću naredbe relacije (**relations**) u samom sklopu. Najprije je potrebno „deklarirati“ layout sa sklopom, pomoću naredbe deklariraj (**declare**), gdje će se odabrati shema koja je izrađena u prethodnom odjeljku. Deklariranjem smo se osigurali da će nam se pri izabiranju parametara u relacijama pojaviti upravo naša dva parametra.



Slika 16: Prikaz rada sa relacijama i parametrima

Na slici 14. prikazan je način na koji se parametri dodjeljuju vrijednostima i dimenzijama. Vrijednost p189 je oznaka koju je program dodijelio značajki **pattern**, te u biti predstavlja količinu umnožavanja grupe. Druga oznaka d187 je dimenzija razmaka. U prozoru **relations**, u donjem dijelu jasno se vidi uneseni parametar RAZMAK kao i parametar BROJ\_KOMADA koji se pomoću naredbe unesi u relacije (**insert to relations**) prebacuje u gornji dio prozora **relations**. Na prikazan način izvedeni su i ostali izrazi za povezivanje dimenzija. Nakon što je sklop povezan sa parametrima, upisivanjem vrijednosti u shemu mijenjat će se i razmak među pretincima, odnosno broj pretinaca. Međutim duljine dijelova koji se trebaju mijenjati ostajati će i dalje jednake onima za izvedbu sa jednim pretincem i razmakom od 105mm. Potrebno je dakle povezati i dijelove sa shemom, tako da se njihove dimenzije prilagode pojedinoj varijanti spremnika.

Postupak povezivanja parametara i dimenzija dijelova koji se mijenjaju je u potpunosti identičan, jedina razlika je što je najprije bilo potrebno u sklopu pronaći potrebne dimenzije te ih ubaciti u prozor **relations**. To se postiglo jednostavnim dvoklikom lijeve tipke miša na željeni dio bilo u stablu modela bilo na samom modelu u glavnom prozoru programa. Nakon toga bilo je potrebno upisati matematičke formule koje će preko parametara definirati konačne dimenzije dijelova.

Tablica 5: Izrazi za parametarsko opisivanje dijelova preko relacija

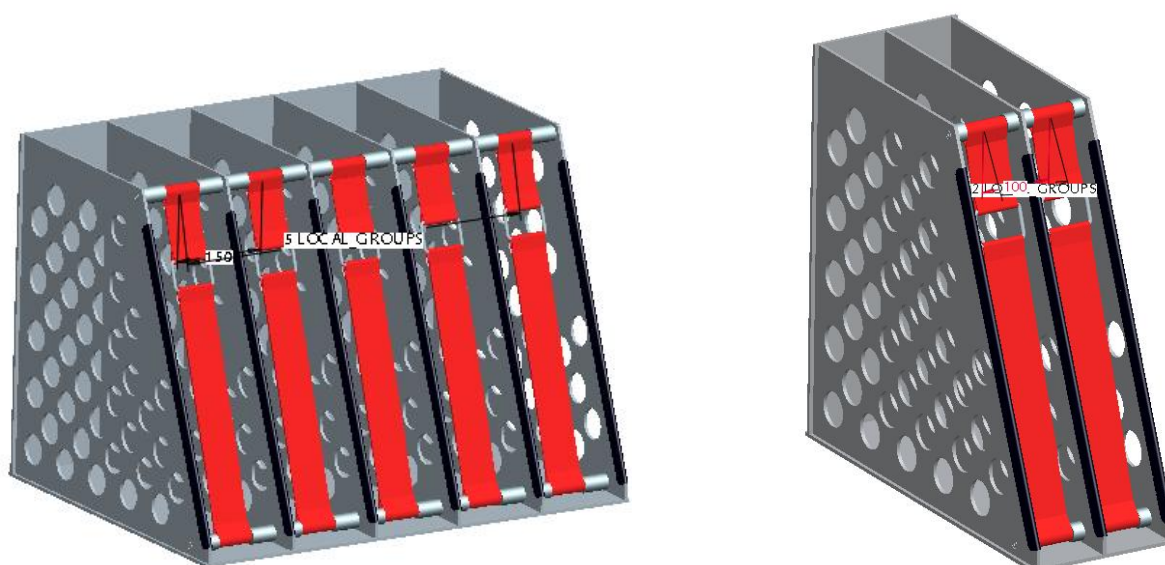
Naziv dijela	Izrazi
DISTANCER_REMENA	$d0:12 = (RAZMAK - 60/2)$
DISTANCER_STRANICA	$d0:10 = RAZMAK$
DONJA_PLOČA	$d1:0 = (BROJ\_KOMADA * (RAZMAK + 5)) + 15$
ZADNJA_STRANICA	$d1:2 = (BROJ\_KOMADA * (RAZMAK + 5)) + 15$
GLAVNA_ŠIPKA	$d0:8 = BROJ\_KOMADA * (RAZMAK + 5) + 5$

Ovi izrazi u potpunosti opisuju ponašanje prilikom mjenjanja parametara. Vrijednosti  $d0:12$ ,  $d0:10$ ,... su duljinske dimenzije pojedinog dijela u smjeru promjene broja pretinaca spremnika. Nakon ovog postupka, provjerom dolazimo do rezultata, za svaku vrijednost obaju parametara, klikom na gumb **regenerate** bilo u dijelu ili sklopu izgenerirat će se model sa kompletnim izmjenama svih potrebnih dimenzija. Također potrebno je uzeti u obzir da ovi izrazi vrijede za debljine ploča jednake 5mm kako je i navedeno u tvrtkinjoj dokumentaciji.

### 7.3. Provjera rada sheme

Potrebno je napraviti provjeru rada sheme kako bi se uočile nepravilnosti, najbolje je isprobati nekoliko varijanti konstrukcije i izmjeriti razmake. Također je potrebno provjeriti da li su svi dijelovi na svojim pravim pozicijama, da nigdje nema praznih prostora uslijed nepravilnih dimenzija, isto tako da nigdje dijelovi ne ulaze jedan u drugi. Na slici 17. prikazane su dvije varijante zadane prema sljedećim ulaznim podacima:

- broj pretinaca: 5
- razmak: 150 mm
- broj pretinaca: 2
- razmak: 100 mm



Slika 17: Provjera rada sheme na jednoj varijanti spremnika

## 8. Zaključak

Korištenje ovakve sheme u radu sa 3D CAD modelima uvelike pomaže pri radu s varijantnim konstrukcijama tako da smanjuje utrošeno vrijeme koje je inače potrebno za izradu tehničke dokumentacije konvencionalnim pristupom. Ovakav pristup također smanjuje i broj datoteka potrebnih za sve dijelove, što pri nekim većim i kompleksnijim proizvodima može zauzimati jako velik prostor na tvrdim diskovima. Isto tako potrebno je utrošiti i puno manje ljudskih resursa pošto nije potreban cijeli tim inženjera da unese vrijednosti parametara. Ovim radom postiglo se to da se dobila jedna relativno jednostavna shema sa prostorom za unos vrijednosti parametara i fleksibilan računalni model spremnika cijevi za gašenje požara koji je u potpunosti ovisan o upisanim vrijednostima.

Prijedlog daljnjeg rada bio bi da se svi ostali sklopovi koji se vežu na spremnik također povežu relacijama te da se dobije jedna cjelina koja bi se u potpunosti opisala sa nekoliko ulaznih parametara. Ovakvim pristupom još će se više skratiti utrošeno vrijeme potrebno za konstrukciju. Još jedan prijedlog bio bi da se napiše programski kod koji bi javljao greške pri upisu vrijednosti parametara.

## 9. Popis literature:

[www.ziegler.hr](http://www.ziegler.hr)

Web stranica tvrtke Ziegler

[www.proegurus.com](http://www.proegurus.com)

Forum korisnika računalnog programa Pro/ENGINEER

Roger Toogood: ProENGINEER Wildfire 3.0

Tehnička dokumentacija tvrtke Ziegler

## 10. Dodatak

### 10.1. Tehnička dokumentacija

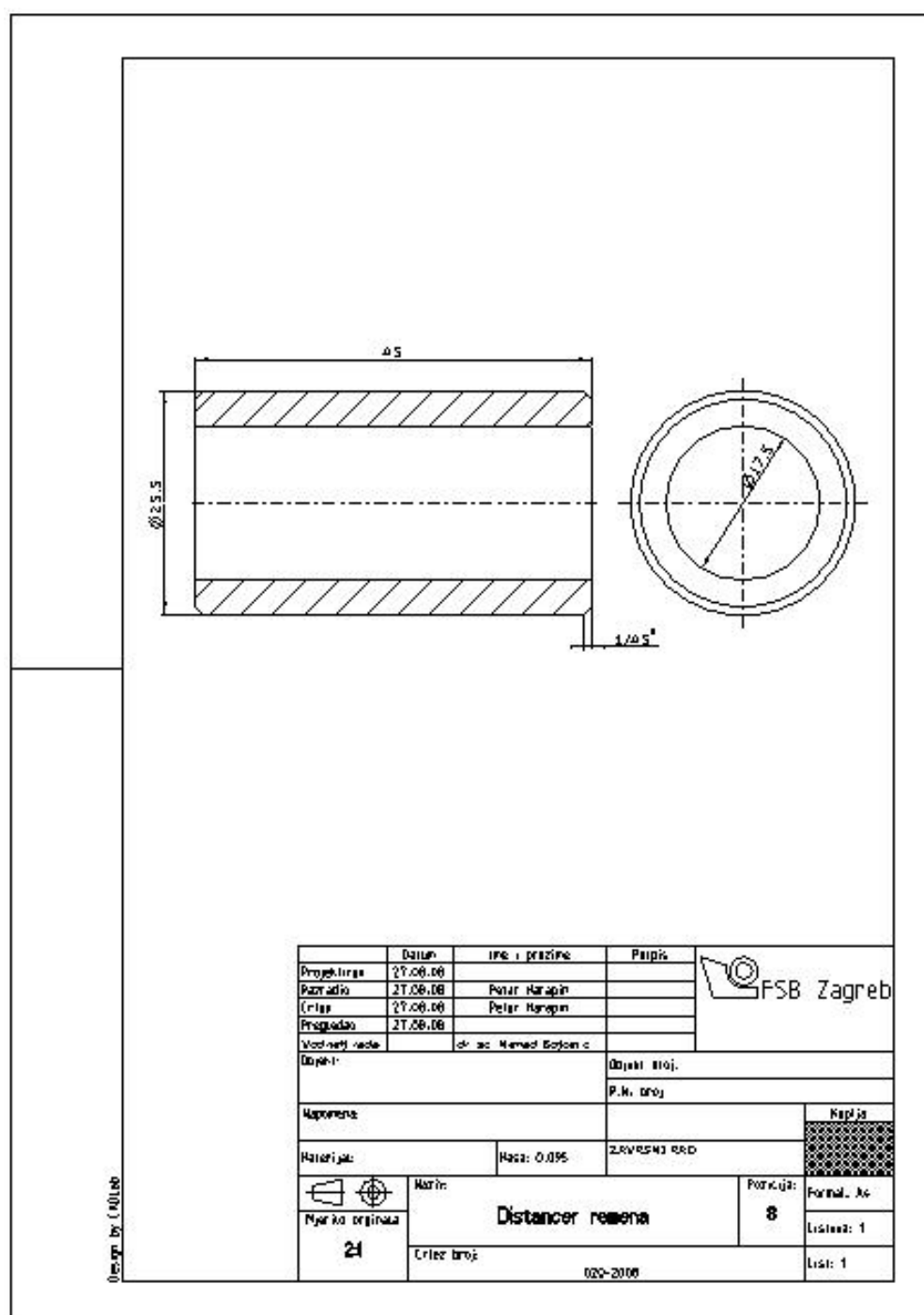
Na sljedećih nekoliko stranica nalaze se sklopni i radionički crteži za dvije izvedbe navedene u odlomku „7.3. Provjera rada sheme“. Na crtežima se jasno vide razlike u dimenzijama ovisno o varijanti koja je prikazana.

#### Prva varijanta

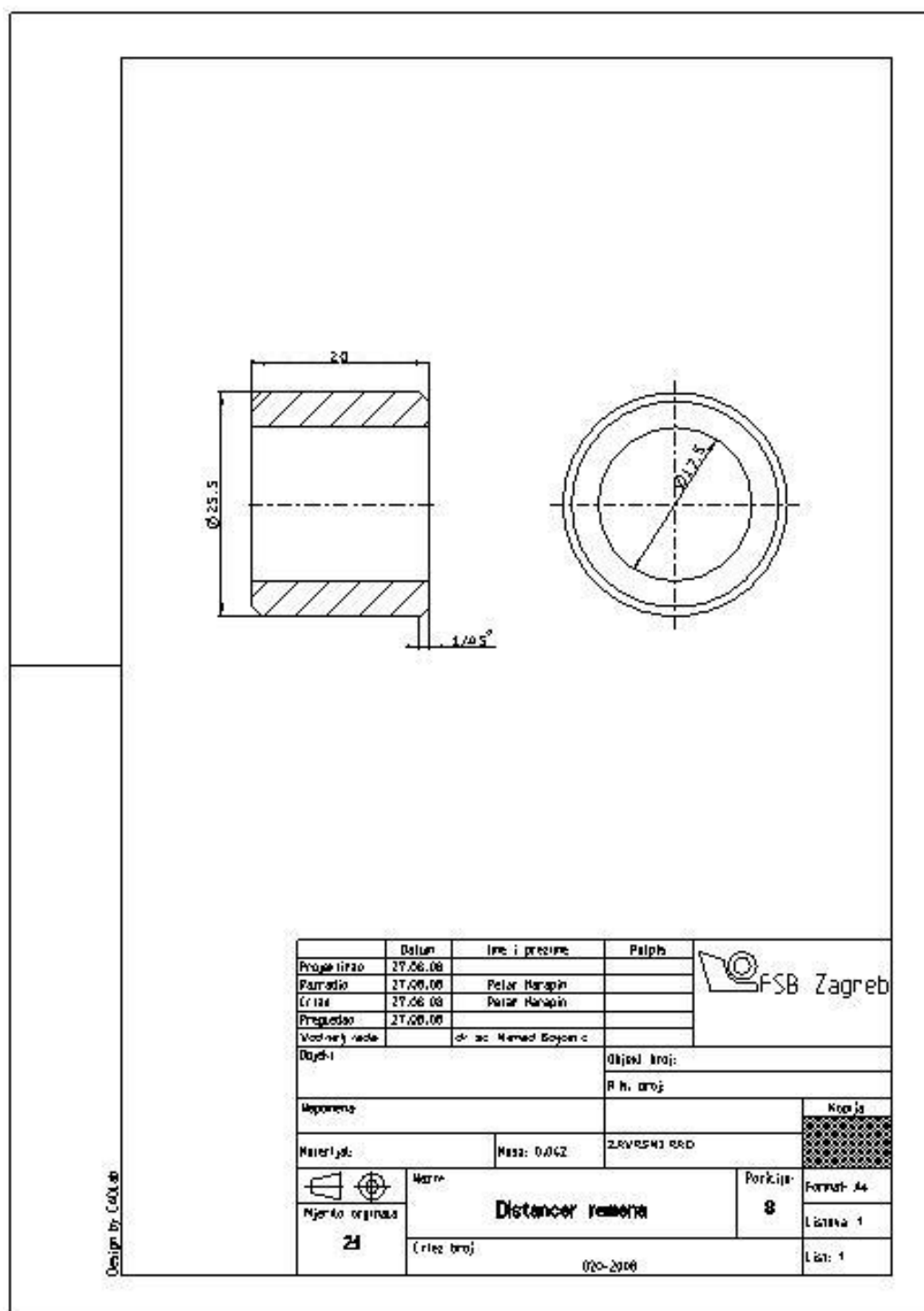
broj pretinaca: 5  
razmak: 150 mm

#### Druga varijanta

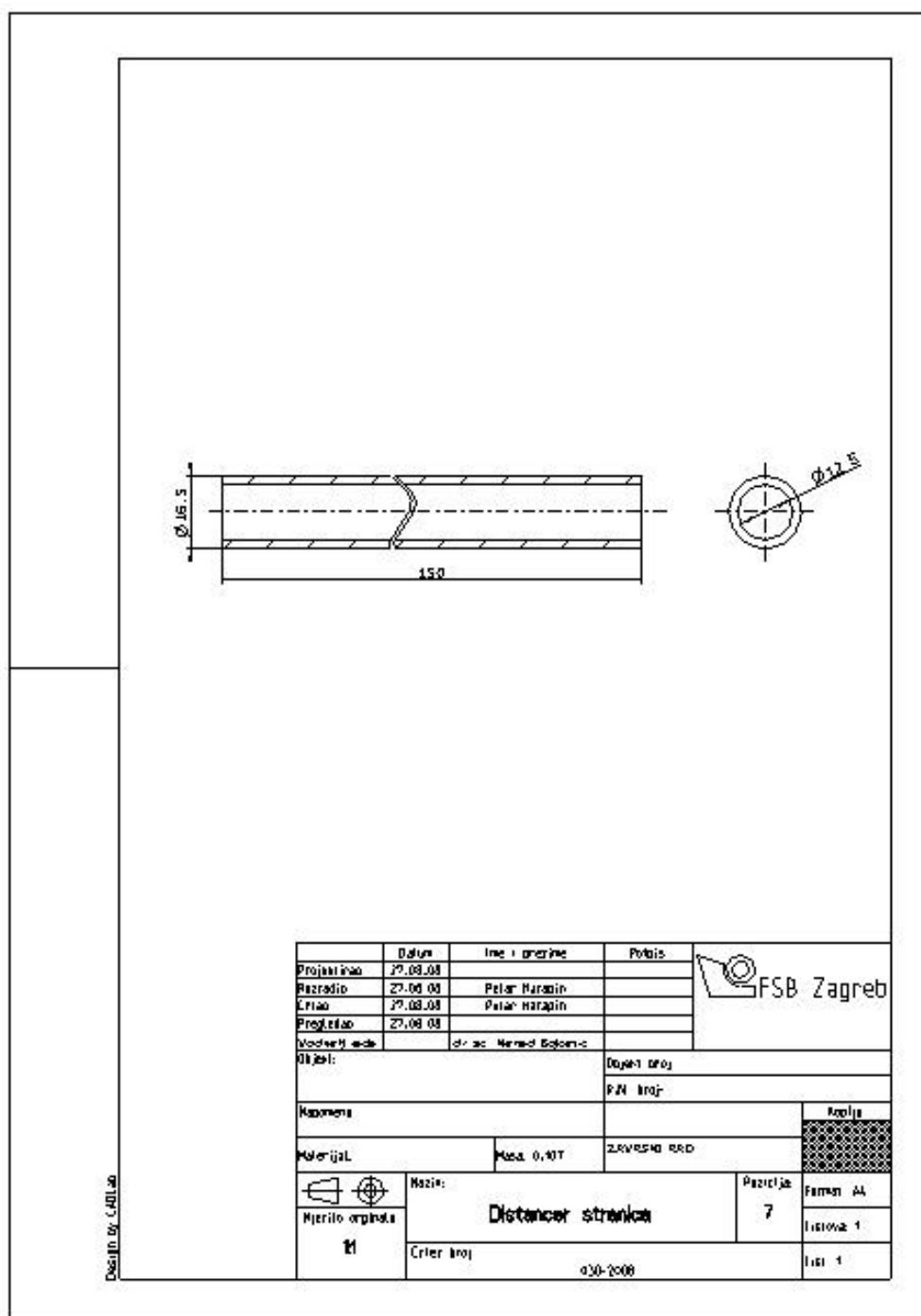
broj pretinaca: 2  
razmak: 100 mm



Slika 18: Distancer remena 1. varijanta

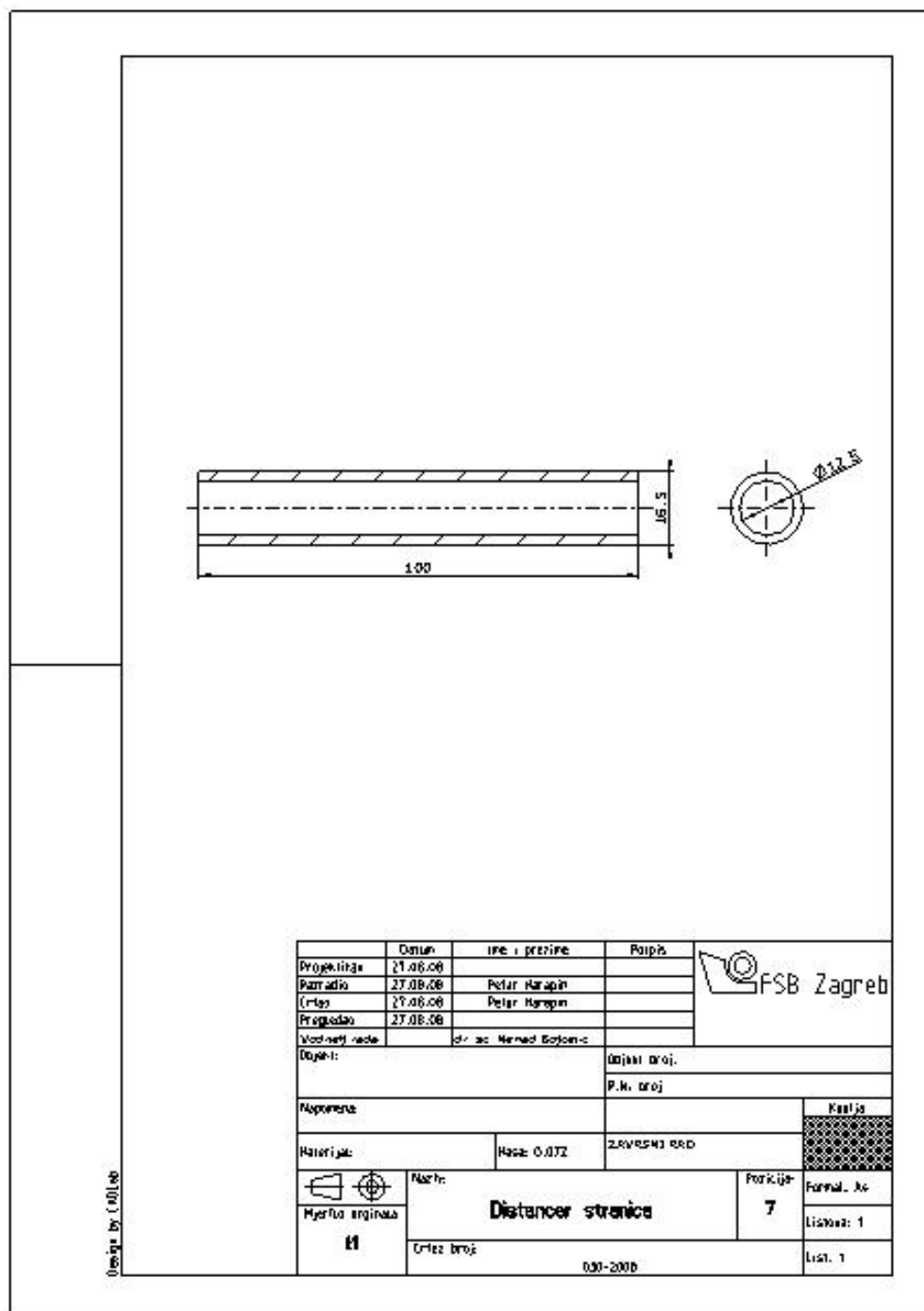


Slika 19: Distancer remena 2.varijanta

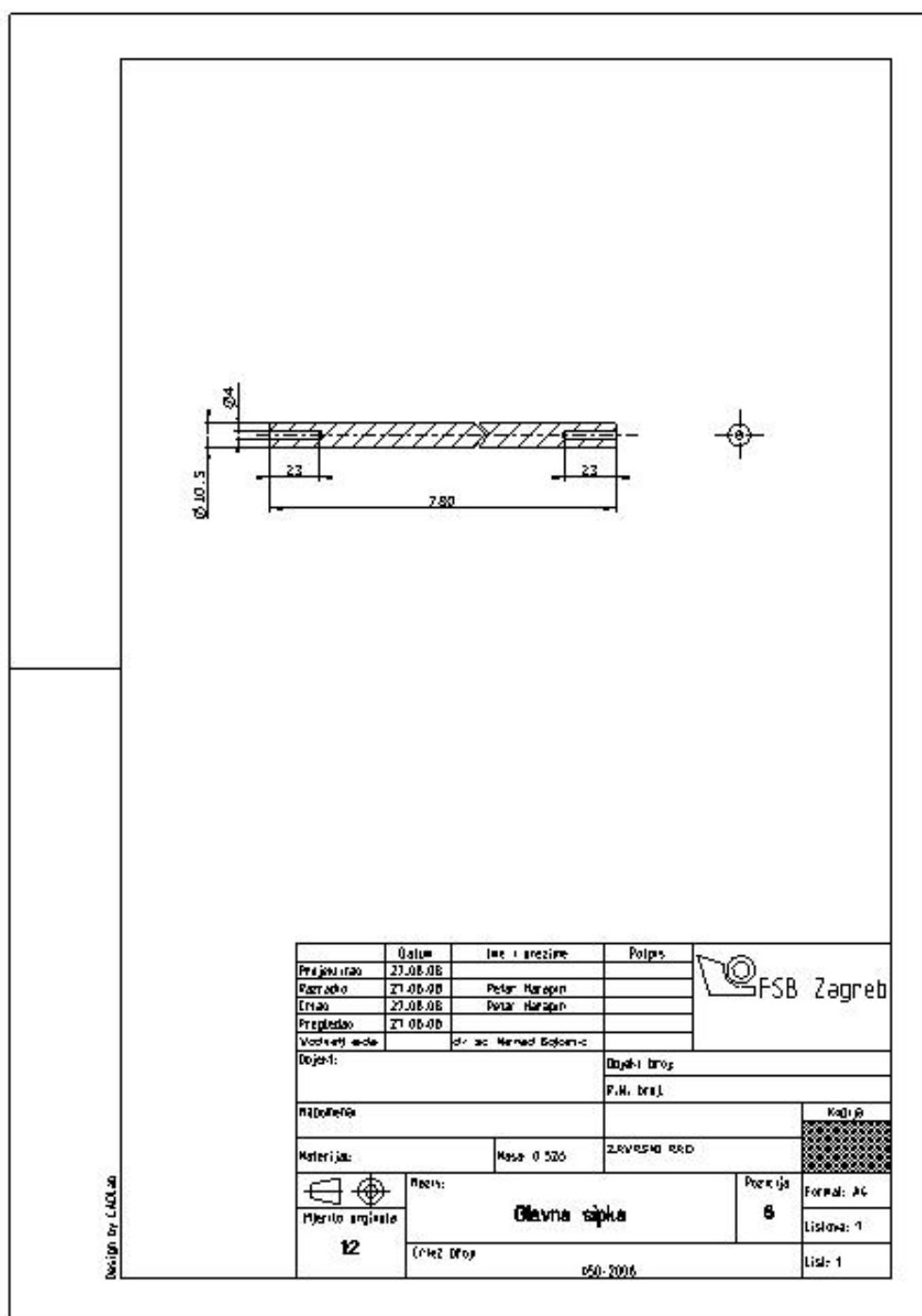


Slika 20: Distancer stranica 1. varijanta

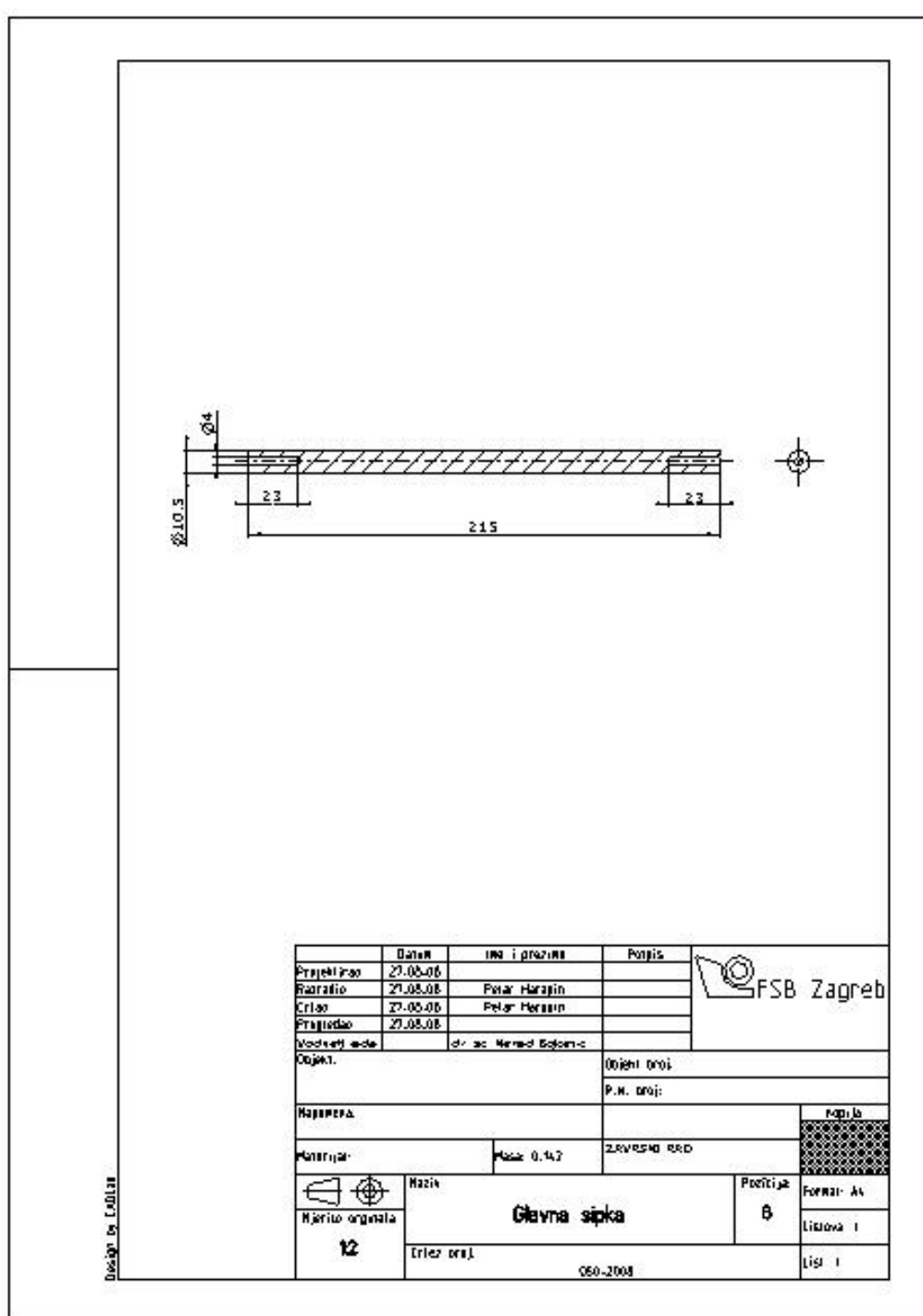




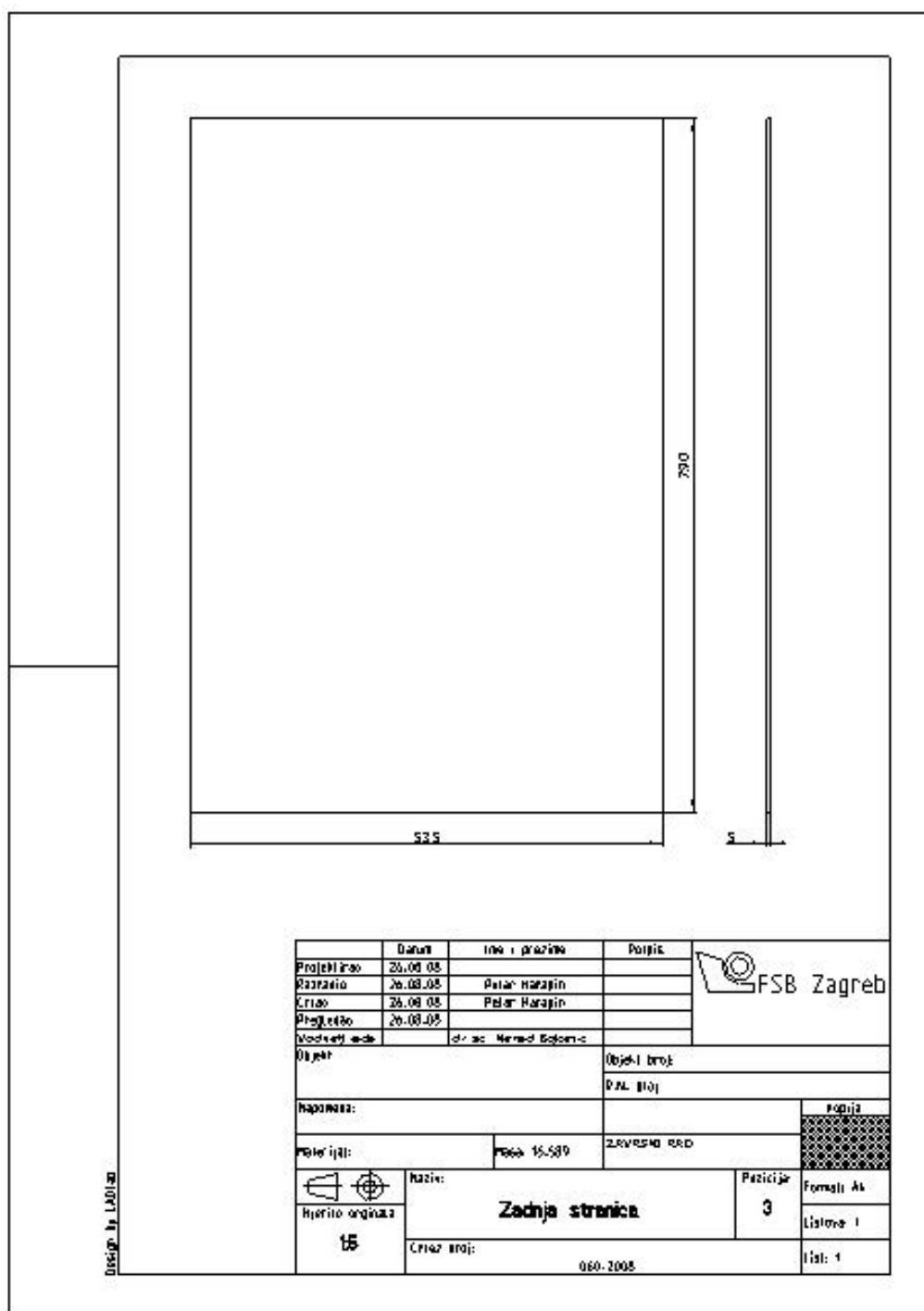
Slika 21: Distancer stranica 2. varijanta



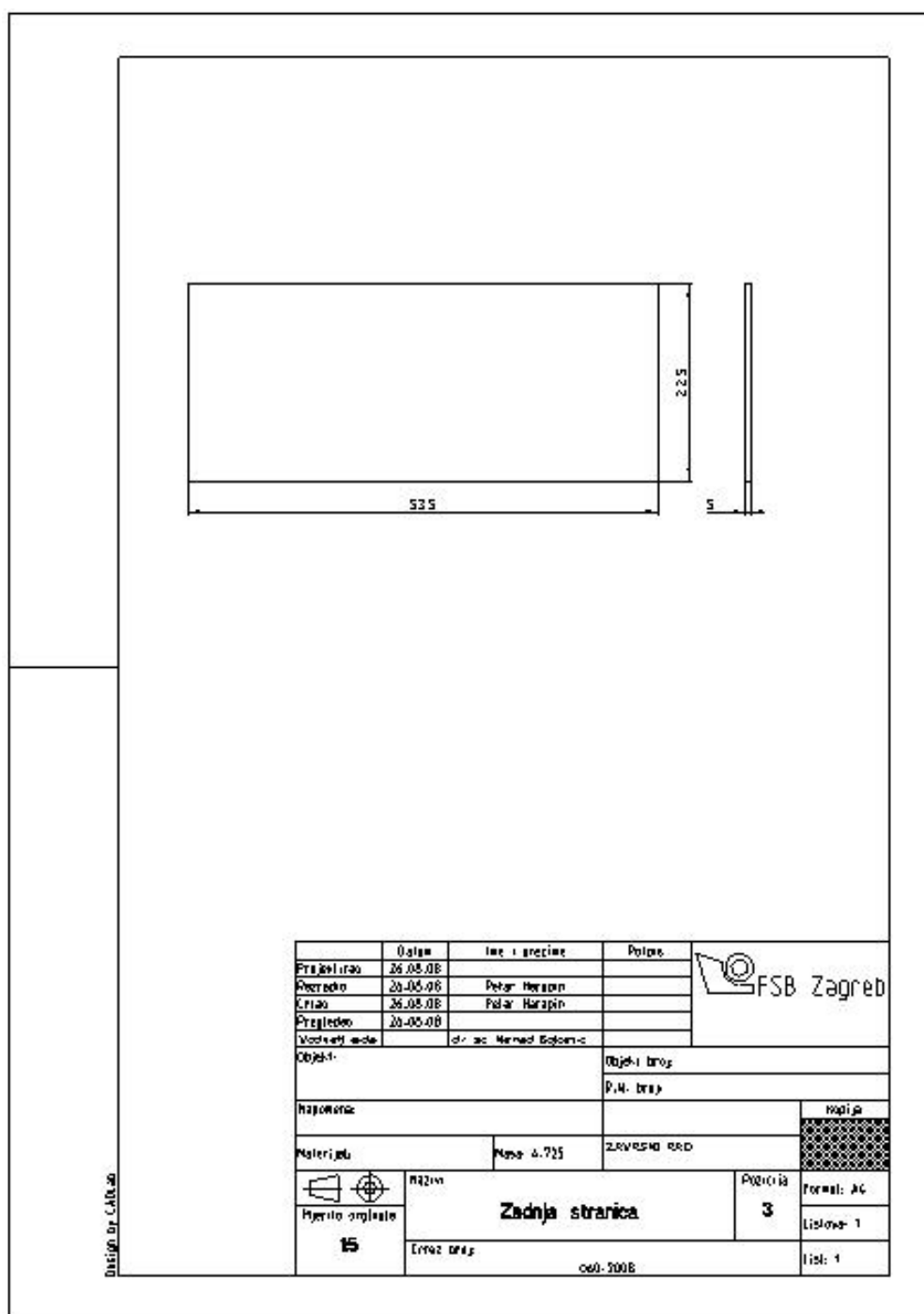
Slika 22: Glavna šipka 1. varijanta



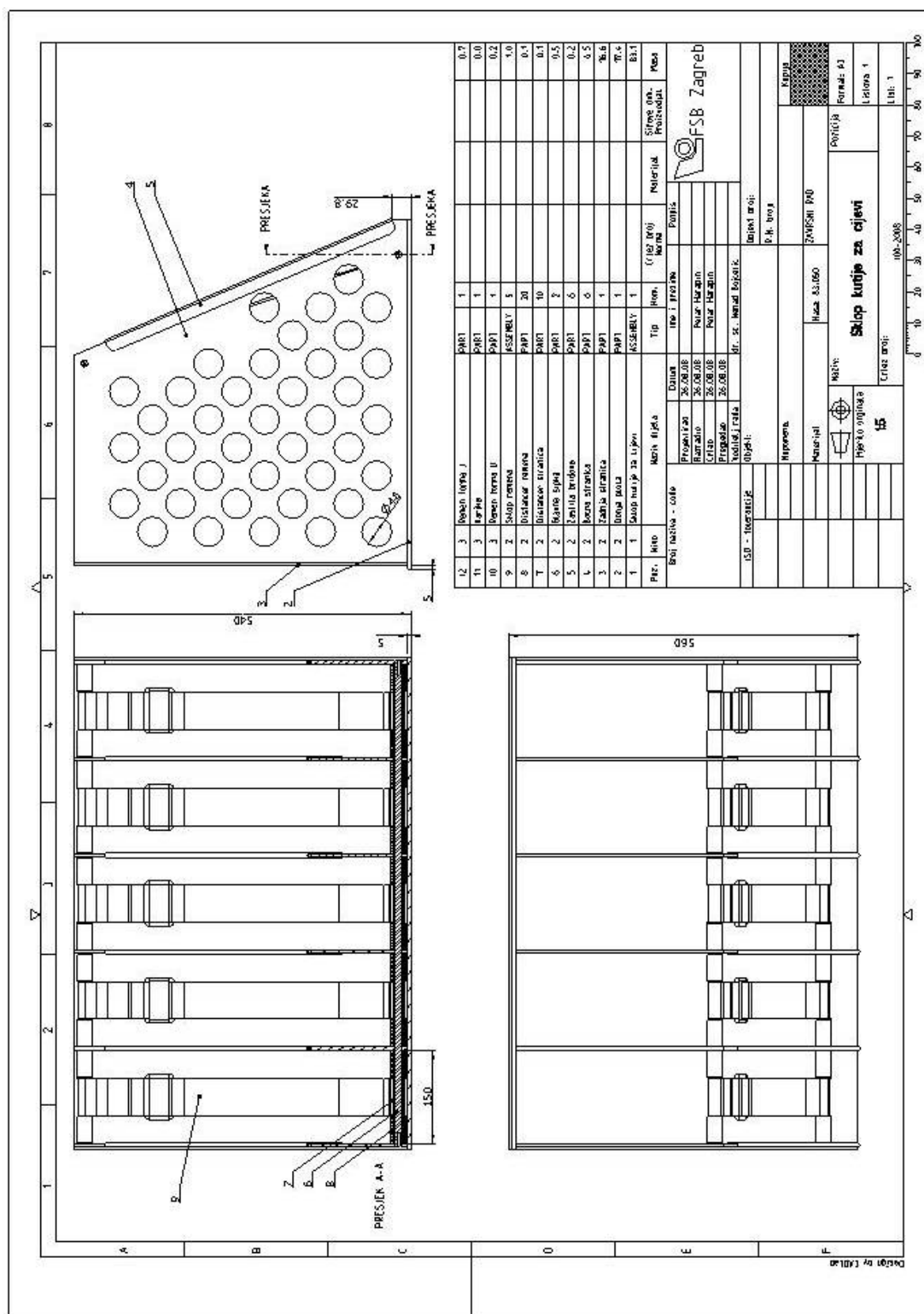
Slika 23: Glavna šipka 2. varijanta



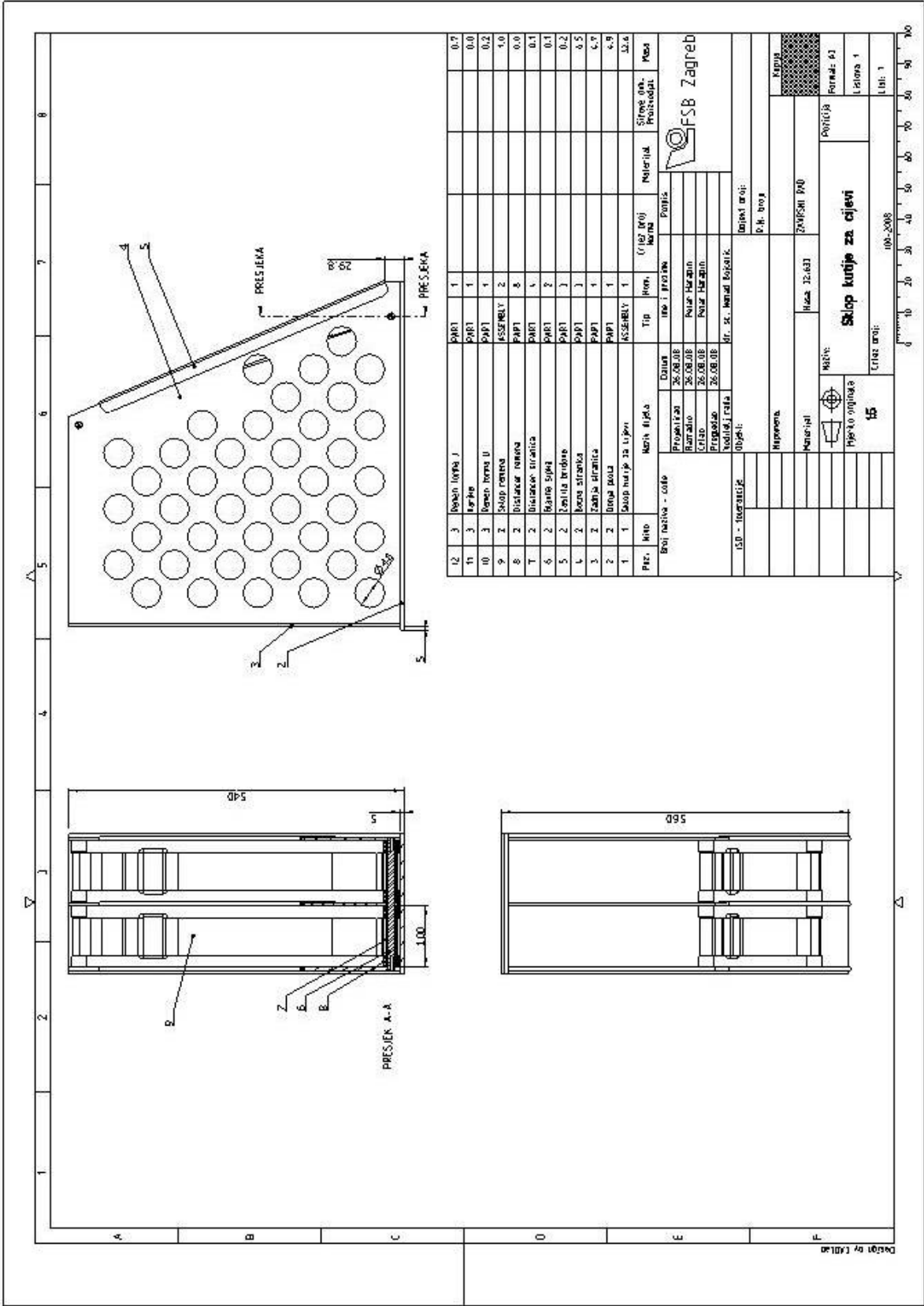
Slika 24: Zadnja stranica 1. varijanta



Slika 25: Zadnja stranica 2. varijanta



Slika 26: Sklop 1. varijanta



Slika 27: Sklop 2. varijanta